ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

TABLE DES MATIÈRES 1936

XXVII^ème^ Année

A. Liste des auteurs d'articles principaux.

B. Table des matières.

(Les «articles principaux» sont mentionnés en italiques, avec le nom de l'auteur.)

I. Mathématiques, physique.

II. Mesures.

III. Technologie et essai des matériaux.

IV. Production et transformation.

1° Usines électriques.

2° Machines et transformateurs.

3° Redresseurs et convertisseurs.

4° Réglage.

a) Réglage de la tension.

b) Réglage de la puissance.

V. Distribution.

1° Installations et appareils de couplage.

2° Lignes.

3° Protection, perturbations, accidents.

VI. Consommation.

1° Généralités, statistiques.

2° Eclairage.

a) Sources de lumière.

b) Applications.

c) Divers.

3° Applications thermiques.

a) Cuisine, ménage.

b) Industrie.

4° Traction.

5° Chimie, médecine, divers.

6° Propagande.

VII. Télécommunications, haute fréquence.

1° Généralités, théorie, transmission.

2° Perturbations à la réception.

3° Tubes.

4° Appareils, montages.

5° Mesures.

6° Applications.

7° Divers.

Page

VIII. Economie et jurisprudence.

1° Statistiques, économie de l'énergie.

a) Suisse.

b) Etranger.

2° Tarifs, décompte.

3° Divers.

4° Rapports de gestion.

a) Centrales d'électricité.

1934:

1934/35:

1935:

IX. Expositions.

1° En Suisse.

2° A l'étranger.

X. Divers.

1° Documentation.

(Tirages à part de l'ASE, voir sous C VI, «publications».)

a) Comptes-rendus d'ouvrages reçus.

2° Articles nécrologiques.

3° Administrations, firmes, etc.

4° Communications personnelles.

5° Historique.

6° Concours, fondations.

7° Associations, commissions, congrès.

(ASE et UCS voir sous C.)

a) Suisse.

b) Etranger, organisations internationales.

8° Ecoles, conférences, cours.

Page

9° Visites.

10° Demandes de renseignements concernant le matériel électrique.

11° Lettres à la rédaction.

12° Questions professionnelles, offres de places.

C. Communications des organes des associations.

I. Marque de qualité.

1° Attribution.

2° Retrait.

3° Communications.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

III. Signe «antiparasite».

IV. Prescriptions, normes, règles.

1° Prescriptions et normes.

2° Règles.

a) Règles suisses.

b) Règles internationales.

V. ASE et UCS.

1° Assemblée générale.

2° Séances.

VI. ASE.

1° Nécrologie.

2° 51e assemblée générale, 4 juillet 1936, à St-Gall.

3° Séances.

4° Manifestations.

5° Communications.

6° Publications, tirages à part.

VII. UCS.

1° 44e assemblée générale, 4 juillet 1936, à St-Gall.

2° Séances.

3° Communications.

4° Manifestations.

D. Revue des périodiques

a paru selon les nécessités, sur les pages jaunes insérées au milieu du Bulletin, au total 80 pages.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année — No 1 — Vendredi, 10 Janvier 1936

La production et la distribution de l'énergie électrique en Suisse pendant l'année hydrographique 1934/35.

(1er octobre 1934 au 30 septembre 1935.)

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique, Berne.

31 : 621.311(494)

Cet article, analogue à ceux publiés antérieurement (Bulletin ASE 1933, No. 6, 1934, No. 1, et 1935, No. 1), reproduit les résultats des statistiques de la production et de la distribution de l'énergie électrique de l'année hydrographique écoulée, et montre le développement de ladite production et distribution durant les dernières années. Il contient en outre, pour la première fois, quelques renseignements du point de vue financier.

Die folgende Mitteilung enthält in ähnlicher Weise wie frühere Publikationen (Bull. SEV 1933, Nr. 6, 1934, Nr. 1, 1935, Nr. 1) die Ergebnisse der Statistik über die Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie im verflossenen hydrographischen Jahre und die Gegenüberstellung mit der Entwicklung der letzten Jahre. Ausserdem werden zum ersten Male auch einige finanzielle Angaben gemacht.

Généralités.

La statistique de la production et de la distribution de l'énergie électrique en Suisse, établie par l'Office fédéral de l'économie électrique, porte sur les deux groupes principaux suivants:
A. les entreprises livrant de l'énergie à des tiers,
B. les entreprises ferroviaires et industrielles.

Le premier groupe comprend les entreprises qui produisent de l'énergie en vue de la livraison de celle-ci à des tiers. Ces entreprises adressent à l'Union des Centrales Suisses et à l'Office des relevés statistiques mensuels de la production, des achats et de la répartition de l'énergie vendue entre les différentes catégories d'utilisation.

Le second groupe embrasse les entreprises ferroviaires et industrielles qui consomment elles-mêmes, en totalité ou en majeure partie, l'énergie qu'elles produisent. Elles communiquent à l'office un seul relevé de la production et de l'utilisation de l'énergie électrique pendant les semestres d'hiver et d'été.

A. Entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

1° Economie électrique.

La statistique des entreprises livrant de l'énergie à des tiers comprend la production d'énergie électrique de toutes les entreprises qui disposent d'installations d'une puissance supérieure à 300 kW. Pratiquement cette statistique peut être considérée comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % de la production totale et reste donc dans les limites des erreurs de mesure admises.

Le graphique de la figure 1 montre le développement de la production et de la distribution d'é-

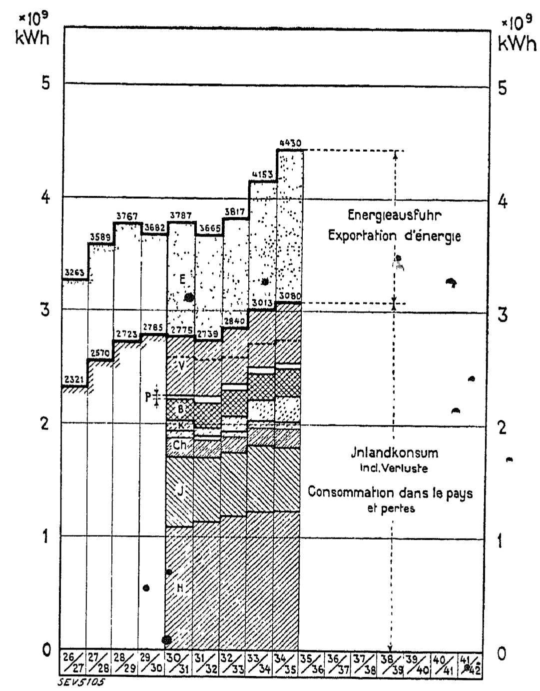


Fig. 1.
Livraisons annuelles d'énergie électrique.

H Usages domestiques et artisanat.
J Industrie.
Ch Electrochimie, électrométallurgie, électrothermie.
K Chaudières électriques.
B Traction.
P Accumulation d'énergie par pompage.
V Pertes dans les réseaux de distribution.
E Exportation d'énergie.

nergie depuis l'année 1926 et, pour les 5 dernières années, la répartition entre les diverses catégories d'utilisation.

Tableau I.

Année hydrographique 1er octobre—30 septembre	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32	1932/33	1933/34	1934/35
	en millions de kWh						
Production hydraulique	3 567	3 511	3 669	3 567	3 738	4 064	4 349
Production thermique	9	11	5	11	7	14	10
Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industr.	174	129	105	76	68	68	58
Energie importée	17	31	8	11	4	7	13
Energie fournie aux réseaux	3 767	3 682	3 787	3 665	3 817	4 153	4 430
Energie exportée	1 044	897	1 012	926	977	1 140	1 350
Energie employée au remplissage des bassins d'accumulation	82	78	32	65	57	55	48
Energie livrée à la consommation dans le pays et pertes	2 641	2 707	2 743	2 674	2 783	2 958	3 032
Energie livrée pour:							
les usages domestiques et l'artisanat	—[1]	—[1]	1 084	1 126	1 165	1 217	1 225
l'industrie[2] (sans l'électrochimie et sans les chaudières électriques)	—	—	612	564	560	583	563
l'électrochimie, l'électrométallurgie, l'électrothermie	—	—	239	196	190	216	224
dont excédents fournis sans garantie de continuité de livraison	—	—	(53)	(25)	(43)	(52)	(54)
les chaudières électriques	—	—	89	61	140	183	229
la traction	—	—	198	213	222	234	244
Energie perdue dans les réseaux de distribution	—	—	521	514	506	525	547

[1]) Les chiffres analogues pour ces années n'ont pas été relevés.
[2]) Etablissements soumis à la loi fédérale sur les fabriques et occupant plus de 20 ouvriers.

Le tableau I indique les quantités d'énergie produite et livrée à la consommation durant les 7 dernières années. La production hydraulique a atteint 4349 millions de kWh contre 4064 millions en 1933/34, ce qui représente une augmentation de 285 millions de kWh. La production thermique a diminué de 14 à 10 millions de kWh, le montant de l'énergie importée a, par contre, augmenté de 7 à 13 millions de kWh. Les achats d'énergie aux entreprises ferroviaires et industrielles sont toujours en régression et n'ont atteint que 58 millions de kWh contre 68 millions en 1933/34 et 192 millions de kWh en 1927/28.

Les *quantités d'énergie fournie aux réseaux* ont passé de 4153 à 4430 millions de kWh, la progression est de 277 millions de kWh (6,7 %) dont environ trois quarts concernent l'exportation et seulement un quart la consommation dans le pays.

La *consommation dans le pays* y compris les pertes, mais sans l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation, s'est élevée à 3032 contre 2958 millions de kWh. L'augmentation de 74 millions de kWh (2,5 %) se répartit par 4 millions de kWh sur les livraisons à des prix normaux (contre 104 millions en 1933/34), par 48 millions de kWh sur les excédents d'énergie livrée pour les chaudières électriques et pour l'électrochimie, l'électrométallurgie et l'électrothermie, et par 22 millions de kWh sur les pertes dans les réseaux. L'accroissement insignifiant des livraisons à des prix normaux en 1934/35 provient de la progression beaucoup moins rapide des ventes pour les usages domestiques et notamment de la régression des fournitures à l'industrie.

Les ventes d'énergie pour les *usages domestiques et l'artisanat* (y compris les bureaux, magasins, hôtels, hôpitaux, l'éclairage public, les distributions d'eau potable, usages agricoles, etc.) n'ont enregistré qu'une augmentation de 8 millions de kWh contre 52 millions l'année précédente, 39 millions il y a deux ans et 42 millions il y a trois ans. La progression insignifiante réalisée en 1934/35 résulte en partie d'une régression pendant les mois de décembre et de juin (voir tableau II, page 6).

La *consommation d'énergie* dans *l'industrie* a diminué de 20 millions de kWh (3,4 %) et a atteint de nouveau les minima enregistrés en 1931/32 et 1932/33.

Les livraisons à *l'électrochimie, l'électrométallurgie et l'électrothermie* ont constamment progressé. L'augmentation s'élève à 8 millions de kWh (3,7 %); toutefois, ces livraisons sont encore inférieures de 15 millions à celles de l'année 1930/31.

Les *chaudières électriques* ont absorbé 229 millions de kWh contre 183, ce qui représente une augmentation de 46 millions de kWh (25 %). On reconnaît là les efforts des entreprises qui cherchent à placer les excédents d'énergie momentanés, ne fusse que pour des applications peu rémunératrices.

L'énergie livrée pour la *traction* a progressé légèrement comme pendant les années précédentes. L'accroissement enregistré, de 10 millions de kWh (4,3 %), ne concerne que les livraisons aux chemins de fer fédéraux.

L'exportation a passé de 1140 à 1350 millions de kWh. L'augmentation extraordinaire de 210 millions de kWh (18,4 %) est due, en majeure partie, à la mise en service de l'usine de Klingnau, dont toute la production est exportée et, en partie, à l'exportation de la quote-part suisse de la production de l'usine d'Albbruck-Dogern qui a fonctionné, pour la première fois, pendant une année entière. La progression de l'énergie exportée par les autres entreprises ne représente qu'une petite part de l'augmentation en question.

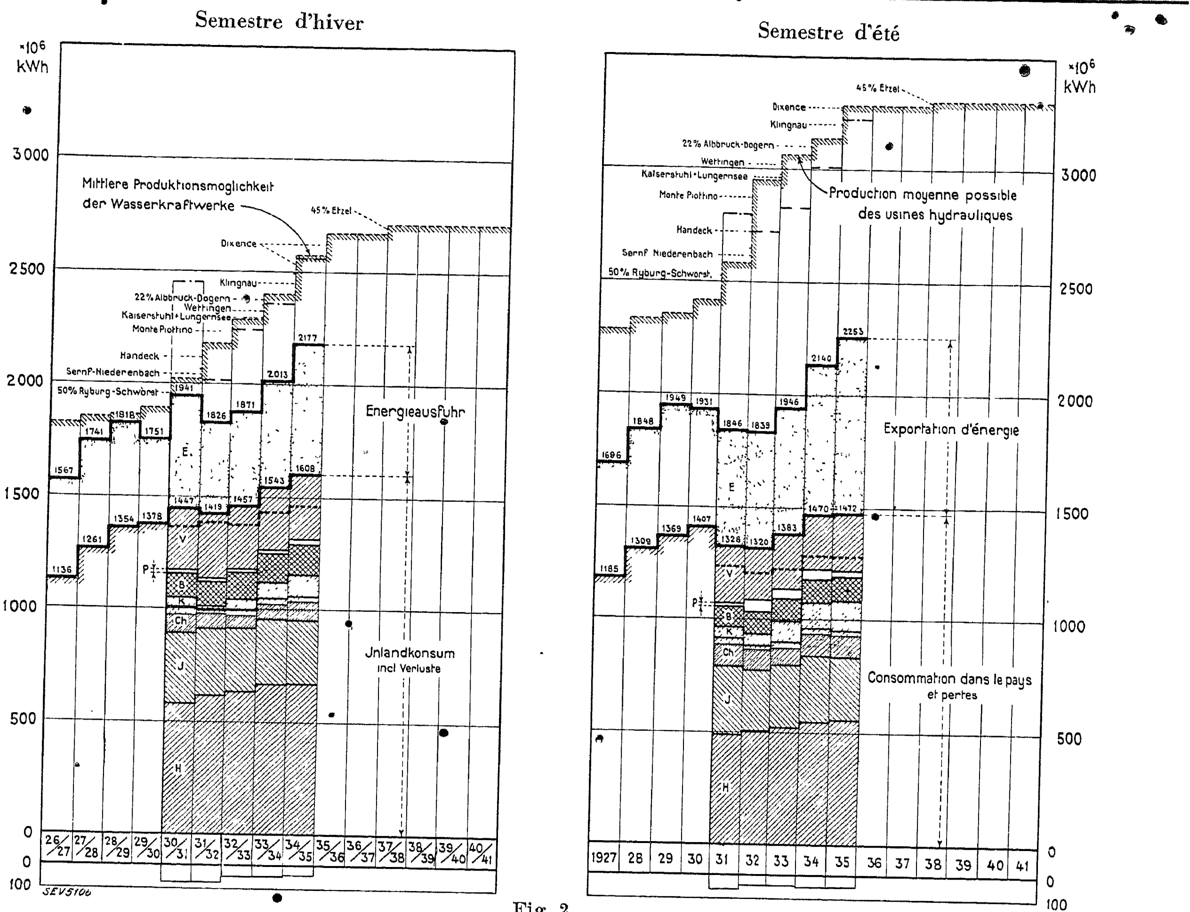


Fig. 2.

Production possible, consommation dans le pays et exportation d'énergie électrique.

H Usages domestiques et artisanat.
J Industrie.
Ch Electrochimie, électrométallurgie, électrothermie.
K Chaudières électriques.
B Traction.
P Accumulation d'énergie par pompage.
V Pertes dans les réseaux de distribution.
E Exportation d'énergie.

Le graphique de la figure 2 donne un aperçu de la production possible, de la consommation dans le pays et de l'exportation d'énergie, pour les semestres d'hiver et d'été, depuis 1926.

La courbe supérieure en trait ponctué indique la production m o y e n n e possible des usines hydroélectriques, c'est-à-dire l'énergie qu'il serait techniquement possible de produire sur la base des débits m o y e n s rapportés aux semestres d'hiver et d'été. Elle fait ressortir l'accroissement de cette production par la mise en service des nouvelles usines. La ligne en trait mixte —·— donne la production semestrielle qui eût été possible dans les usines hydroélectriques sur la base des débits *effectifs*. Pour déterminer les productions possibles pendant les semestres d'hiver, on a admis une utilisation de la tranche utile des bassins d'accumulation de 90 pour cent en réservant 10 pour cent pour le mois d'avril.

En plus de la production hydraulique possible, les entreprises livrant à des tiers disposaient encore de l'énergie produite par les usines thermiques, de l'énergie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles et de l'énergie importée. Le montant global de ces quantités d'énergie est indiqué en ordonnée négative sur le graphique. La somme de cette ordonnée et de celle comprise entre la ligne en trait mixte et la courbe supérieure en trait plein donne la production possible des usines hydroélectriques qui n'a pas trouvé d'emploi.

Il y a lieu de noter que la courbe en trait pointillé indique l'énergie livrée à la consommation dans le pays s a n s les excédents et sans l'énergie de pompage, soit la consommation normale. Le graphique montre que les usines en service et celles en construction pourront faire face aux besoins de la consommation pendant une série d'année prolongée, aussi en hiver, en admettant que la consommation normale continue à progresser comme jusqu'ici ou même plus rapidement.

Durant l'année écoulée, deux usines très importantes ont été achevées et mises en service: le 4 novembre 1934, l'usine de Chandoline de la S. A. la Dixence et le 3 février 1935 l'usine de Klingnau des «Aarewerke A.-G.». Avec le lac du Val des Dix, la quantité totale d'énergie emmagasinée dans les réservoirs d'accumulation saisonnière s'élève à 675 millions de kWh.

Après avoir indiqué sur le graphique de la figure 2 l'allure de la production possible et effec-

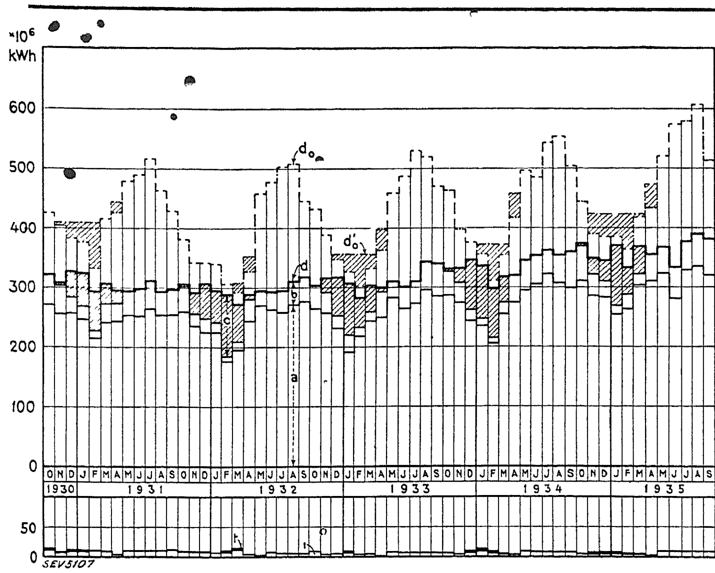


Fig. 3.
Variation de la production d'énergie mensuelle.

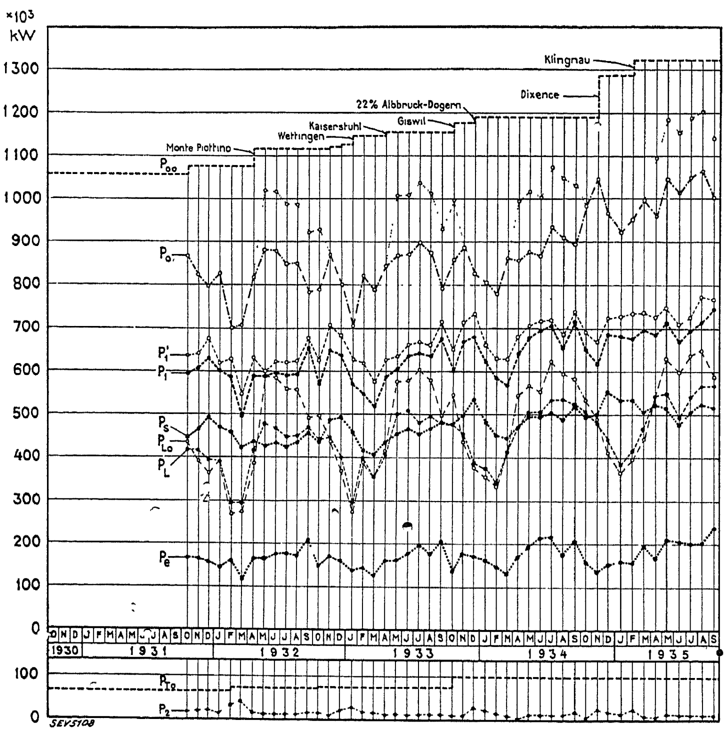


Fig. 4.
Variation des puissances maxima.

tive durant les semestres d'hiver et d'été, la figure 3 montre les variations de ces productions rapportées aux nombres mensuels. La courbe d_0 représente la production p o s s i b l e des usines hydrauliques sur la base des débits effectifs en tenant compte de l'augmentation des débits naturels par les apports d'eau des bassins d'accumulation, en hiver, et de la diminution résultant du remplissage de ces bassins, en été. En utilisant complètement la tranche utile des bassins d'accumulation qui peut être remplie régulièrement pendant l'été, la production possible pendant l'hiver et en avril subirait une augmentation correspondant à l'aire hachurée comprise entre les courbes d_0 et d'_0. De mai à septembre la production possible serait réduite d'une portion de cette énergie, qui n'a pas été évaluée.

La production e f f e c t i v e des usines hydrauliques est donnée par la courbe *d*. L'ordonnée *a* représente la production des usines au fil de l'eau, *b* celle des usines à accumulation. L'aire hachurée *c* représente l'énergie produite au moyen des débits accumulés.

L'aire comprise entre les courbes d_0 et d montre la part de la production possible sur la base des débits naturels qui n'a pas été utilisée, l'aire hachurée comprise entre d_0 et d'_0 la tranche inutilisée de l'énergie emmagasinée dans les bassins d'accumulation. Les nombres relatifs à l'énergie emmagasinée dans ces bassins sont indiqués, pour les deux dernières années, dans le tableau II à la page 6.

Dans la partie inférieure du graphique la courbe *i* montre l'énergie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles et le trait noir *t* la production thermique et l'énergie importée. La somme de ces quantités d'énergie est insignifiante par rapport à la production hydraulique.

En plus de la variation de la production mensuelle représentée par les courbes de la figure 3, il est particulièrement intéressant d'examiner l'allure des p u i s s a n c e s m a x i m a disponibles et enregistrées qui sont indiquées sur le graphique de la figure 4. La courbe P_{00} donne la somme des puissances maxima disponibles des usines hydrauliques correspondant au débit le plus favorable pour chaque usine au fil de l'eau et, respectivement, à l'utilisation de la chute maximum (réservoir rempli) pour les usines à accumulation. On remarque l'augmentation de la puissance disponible au fur et à mesure de la mise en service des nouvelles usines.

Les points P_0 donnent la puissance maximum e f f e c t i v e m e n t d i s p o n i b l e de l'ensemble des usines hydrauliques, le mercredi le plus proche du milieu du mois. C'est la somme de la puissance moyenne de 24 heures de l'ensemble des usines au fil de l'eau P_{L0} et de la puissance maximum possible des usines à accumulation qui, à fin 1934, se chiffrait à 555 000 kW. Pour les mois d'été il n'a pas été tenu compte de la puissance des usines d'hiver: Siebnen, Rempen, Fully, Palü, Tremorgio. Si l'on ajoute, en été, les puissances maxima de ces usines, la courbe P_0 atteindrait les points reliés par la ligne en trait pointillé.

La figure montre que la puissance e f f e c t i v e m e n t d i s p o n i b l e de l'ensemble des usines hydrauliques (P_0) n'atteint jamais la somme des puissances maxima disponibles de chaque usine (P_{00}). Cet écart est dû au fait que les débits les plus favorables ne se présentent pas à la même époque pour chaque usine (diminution de la puis-

sance dans les usines à basse chute pendant les hautes eaux).

La puissance maximum enregistrée par l'ensemble des usines hydrauliques est indiquée par les points P_1. Les points P_1' indiquent la somme des puissances maxima constatées dans les usines hydrauliques de chaque entreprise. L'écart peu prononcé entre les courbes P_1 et P_1' fait supposer que l'interconnexion plus complète des réseaux appartenant aux diverses entreprises ne permettrait pas de réaliser une économie sensible de la puissance installée des usines génératrices (même en admettant que l'interconnexion n'entraîne pas d'augmentation des pertes en ligne).

Les points P_L donnent la puissance enregistrée dans les usines au fil de l'eau aux heures de la pointe P_1 des usines hydroélectriques. Les courbes montrent qu'en hiver les pointes des usines au fil de l'eau sont supérieures à la puissance disponible de 24 heures de ces usines, dont certaines sont dotées de réservoirs journaliers ou hebdomadaires.

Outre la puissance disponible des usines hydrauliques, les entreprises disposaient de celle des usines thermiques qui est indiquée au bas de la figure par la courbe P_{T_0} et qui se chiffre à environ 100 000 kW, comme pour l'exercice précédent. A ces puissances s'ajoutent encore celles de l'énergie importée et de l'énergie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles. Les puissances enregistrées dans les usines thermiques, y compris l'énergie achetée et importée sont données par la courbe P_2. Il ressort que ces puissances sont très faibles par rapport aux puissances enregistrées dans les usines hydrauliques.

La puissance maximum totale de la courbe de charge du mercredi le plus proche du 15 du mois est donnée par la somme $P_1 + P_2$ qui n'est pas indiquée sur le graphique, et dont P_S correspond à la consommation dans le pays et P_e à l'énergie exportée (mesurée à la frontière). Il y a lieu de noter que les pointes de la courbe de charge totale et de celle rapportée à la consommation dans le pays ont lieu aux mêmes heures. P_S indique donc la puissance maximum de la consommation dans le pays.

Les courbes de la figure 5 indiquent, pour les 5 dernières années, les livraisons mensuelles aux diverses catégories d'utilisation, la consommation dans le pays et l'énergie totale fournie aux réseaux, y compris l'énergie exportée. Les nombres relatifs à ce graphique sont groupés, pour les deux derniers exercices, dans le tableau II à la page suivante.

Le graphique montre clairement les caractéristiques des livraisons aux diverses catégories: d'une part les «usages domestiques et l'artisanat» accusant une forte consommation d'énergie en hiver, et une faible demande en été, d'autre part l'énergie exportée et les livraisons à l'électrochimie, l'électrométallurgie, l'électrothermie et aux chaudières électriques, dont le maximum est atteint en été et le minimum pendant l'étiage.

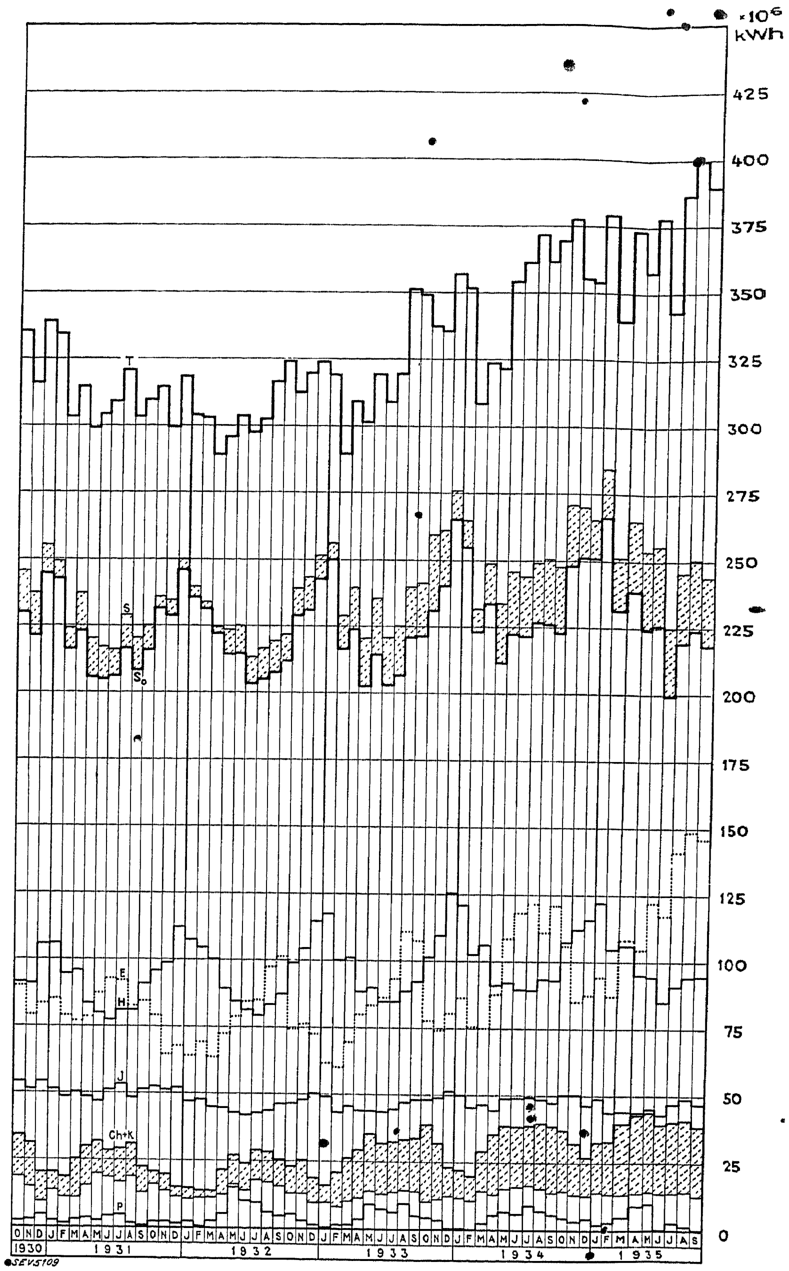


Fig. 5.
Livraisons mensuelles à la consommation.

T Energie fournie aux réseaux.
S Consommation totale dans le pays.
So id. sans les excédents d'énergie.
E Energie exportée.
H Usages domestiques et artisanat.
J Industrie.
Ch+K Electrochimie, électrométallurgie, électrothermie et chaudières électriques.
P Energie de pompage.

L'aire hachurée représente les excédents d'énergie fournis sans garantie de continuité de livraison pour les chaudières électriques et pour l'électrochimie, l'électrométallurgie et l'électrothermie. On constate que ces livraisons ont augmenté sans discontinuité durant ces dernières années.

Production et distribution mensuelle d'énergie électrique

du 1er octobre 1933 au 30 septembre 1935.

Tableau II.

Mois	Production et achat d'énergie*): Production hydraulique *)		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux *)		Différence p. rapp. à l'année précédente	Accumulation d'énergie*): Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage		Exportation d'énergie *)	
	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35		1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	331,4	374,2	0,6	0,5	5,1	2,7	—	—	337,1	377,4	+12,0	483	503	— 2	— 5	77,7	106,3
Novembre	331,8	349,1	1,3	2,0	1,7	1,9	0,6	2,6	335,4	355,6	+ 6,0	460	475	— 23	— 28	74,2	85,2
Décembre	347,0	344,9	3,2	1,9	5,4	3,0	1,4	3,6	357,0	353,4	— 1,0	374	441	— 86	— 34	81,1	87,5
Janvier	338,4	371,0	3,0	2,1	8,8	2,5	1,7	3,1	351,9	378,7	+ 7,6	284	338	— 90	—103	86,7	94,8
Février	299,1	332,3	1,9	1,4	4,5	2,2	2,5	2,5	308,0	338,4	+ 9,9	198	292	— 86	— 46	75,4	87,1
Mars	317,6	369,6	1,6	0,5	3,4	1,9	0,7	1,8	323,3	373,8	+15,6	156	245	— 42	— 47	75,0	108,5
Hiver	**1965,3**	**2141,1**	11,6	8,4	28,9	14,2	6,9	13,6	**2012,7**	**2177,3**	+ 8,2	—	—	—	—	470,1	569,4
Avril	320,5	355,6	0,3	0,2	0,7	1,9	—	—	321,5	357,7	+11,3	169	251	+ 13	+ 6	87,8	104,4
Mai	345,8	368,7	0,3	0,2	8,0	9,0	—	—	354,1	377,9	+ 6,7	231	318	+ 62	+ 67	108,5	122,4
Juin	353,9	334,0	0,4	0,4	7,5	8,1	—	—	361,8	342,5	— 5,3	320	455	+ 89	+137	118,5	117,2
Juillet	363,2	378,0	0,3	0,3	7,8	8,3	—	—	371,3	386,6	+ 4,1	429	522	+109	+ 67	122,1	141,6
Août	354,7	390,4	0,2	0,4	7,8	8,3	—	—	362,7	399,1	+10,0	477	572	+ 48	+ 50	111,9	148,9
Septembre	360,3	381,0	0,6	0,3	7,5	7,9	—	—	368,4	389,2	+ 5,6	508	589	+ 31	+ 17	121,2	145,9
Été	**2098,4**	**2207,7**	2,1	1,8	39,3	43,5	—	—	**2139,8**	**2253,0**	+ 5,3	—	—	—	—	670,0	780,4
Année	**4063,7**	**4348,8**	13,7	10,2	68,2	57,7	6,9	13,6	**4152,5**	**4430,3**	+ 6,7	—	—	—	—	**1140,1**	**1349,8**

Mois	Distribution d'énergie dans le pays: Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, -thermie [1]		Chaudières électriques [2]		Traction		Pertes et énergie de pompage [3]		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		y compris les excédents et l'énergie de pomp. [4]		Différence par rapport à l'année précédente [5]
	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	101,9	107,6	48,4	50,5	20,0	19,9	19,2	17,8	20,9	22,4	49,0	52,9	227,0	243,8	259,4	271,1	+ 4,5
Novembre	109,9	112,4	48,9	50,3	17,9	19,2	14,6	13,5	21,1	23,4	48,8	51,6	236,5	248,1	261,2	270,4	+ 3,5
Décembre	125,6	116,0	51,5	47,0	14,8	15,5	8,6	11,8	24,5	23,4	50,9	52,2	264,0	246,6	275,9	265,9	— 3,6
Janvier	121,2	122,3	50,1	49,2	13,7	17,5	8,5	15,3	22,8	24,7	48,9	54,9	254,1	263,5	265,2	283,9	+ 7,1
Février	102,5	104,3	46,4	44,2	13,6	15,9	6,9	17,4	20,8	21,5	42,4	48,0	223,1	228,6	232,6	251,3	+ 8,0
Mars	106,2	106,5	47,0	44,8	17,1	16,6	12,2	23,5	21,2	22,0	44,6	51,9	230,5	234,0	248,3	265,3	+ 6,8
Hiver	667,3	669,1	292,3	286,0	97,1 (24,6)	104,6 (21,4)	70,0 (70,0)	99,3 (99,3)	131,3	137,4	284,6 (12,8)	311,5 (22,6)	**1435,2**	**1464,6**	**1542,6** (107,4)	**1607,9** (143,3)	+ 4,2 (+33,4)
Avril	91,2	95,6	45,7	44,4	17,3	20,1	18,7	23,1	16,1	17,7	44,7	52,4	205,4	214,8	233,7	253,3	+ 8,4
Mai	92,3	94,3	49,0	46,0	19,0	21,2	19,9	23,6	16,5	17,3	48,9	53,1	214,8	215,4	245,6	255,5	+ 4,0
Juin	89,6	85,7	49,7	43,0	19,9	19,2	18,2	20,6	17,0	17,1	48,9	39,7	214,4	199,4	243,3	225,3	— 7,4
Juillet	89,2	91,6	49,6	47,7	21,1	19,6	18,0	21,4	18,2	18,5	53,1	46,2	217,6	216,0	249,2	245,0	— 1,7
Août	93,7	94,3	48,9	49,0	21,0	20,3	19,2	21,2	18,1	18,6	49,9	46,8	218,9	222,0	250,8	250,2	— 0,2
Septembre	93,1	94,7	48,0	47,2	20,2	18,5	19,0	20,0	17,0	17,9	49,9	45,0	216,8	217,3	247,2	243,3	— 1,6
Été	549,1	556,2	290,9	277,3	118,5 (27,0)	118,9 (32,6)	113,0 (113,0)	129,9 (129,9)	102,9	107,1	295,4 (41,9)	283,2 (25,2)	**1287,9**	**1284,9**	**1469,8** (181,9)	**1472,6** (187,7)	+ 0,2 (+ 3,2)
Année	**1216,4**	**1225,3**	583,2	563,3	215,6 (51,6)	223,5 (54,0)	183,0 (183,0)	229,2 (229,2)	234,2	244,5	580,0 (54,7)	594,7 (47,8)	**2723,1**	**2749,5**	**3012,4** (289,3)	**3080,5** (331,0)	+ 2,3 (+14,4)

*) Les renseignements statistiques ont été complétés par ceux concernant la quote-part suisse de la production d'Albbruck-Dogern dès le 1er décembre 1933, la production de la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et Klingnau dès le 3 février 1935.

1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

2) Chaudières à électrodes.

3) Les chiffres entre parenthèses concernent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

4) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

5) Concerne les colonnes 16 et 17.

Tableau III.

Production moyenne d'énergie le	Consommation dans le pays			Exportation d'énergie		
	mercredi	samedi	dimanche	mercredi	samedi	dimanche
Hiver	en millions de kWh					
1932/33	8,3	7,6	6,0	2,6	2,2	1,4
1933/34	8,5	8,2	6,2	2,9	2,4	1,7
1934/35	9,5	8,5	6,5	3,4	3,1	2,3
Eté						
1933	8,0	6,6	5,0	3,5	3,1	2,0
1934	8,3	7,5	5,6	4,0	3,5	2,7
1935	8,7	7,3	5,3	4,5	4,2	3,4
Hiver	en pour-cent de la production du mercredi					
1932/33	100	91.5	72,3	100	84,6	53,8
1933/34	100	96,5	72,9	100	82,7	58,6
1934 35	100	89,5	68,4	100	91,2	67,6
Eté						
1933	100	82,5	62,5	100	88,6	57,2
1934	100	90,3	67,5	100	87,5	67,5
1935	100	83,8	60,8	100	93,4	75,5

La production moyenne du mercredi, samedi et dimanche, en hiver et en été, a été portée sur le tableau III où les nombres relatifs à la consommation dans le pays et à l'exportation sont indiqués séparément. Les nombres en pour-cent montrent que le recul de la consommation dans le pays, le samedi et le dimanche, est plus prononcé en été qu'en hiver.

L'exportation, au contraire, enregistre un recul moins prononcé les samedis et dimanches d'été. Les nombres relatifs à l'exportation traduisent l'influence des usines d'exportation mises en service en 1934 et 1935, qui utilisent, également le samedi et le dimanche, toute la production possible.

Les courbes de charge journalière indiquées à la figure 6 se rapportent aux puissances utilisées un mercredi de décembre 1934, de mars, juin et septembre 1935. Les lignes horizontales supérieure et inférieure donnent respectivement les valeurs maximum et minimum de la puissance moyenne de 24 heures disponible dans les usines au fil de l'eau durant l'exercice écoulé. Les 4 autres lignes horizontales donnent les puissances disponibles de ces usines aux jours des relevés du diagramme.

Les dates des quatre mercredis sont indiquées ci-après:

Tableau IV.

Dates	Energie fournie aux réseaux			Energie livrée à la consom. dans le pays		
	kW max.	10^6 kWh	h[1])	kW max.	10^6 kWh	h[1])
12 déc. 1934	703 600	12,70	18,1	551 200	9,58	17,4
13 mars 1935	705 700	13,50	19,1	508 000	9,34	18,4
12 juin 1935	678 400	12,85	19,0	475 300	8,62	18,1
18 sept. 1935	755 400	14,16	18,7	517 200	9,06	17,5

[1]) Utilisation de la puissance maximum.

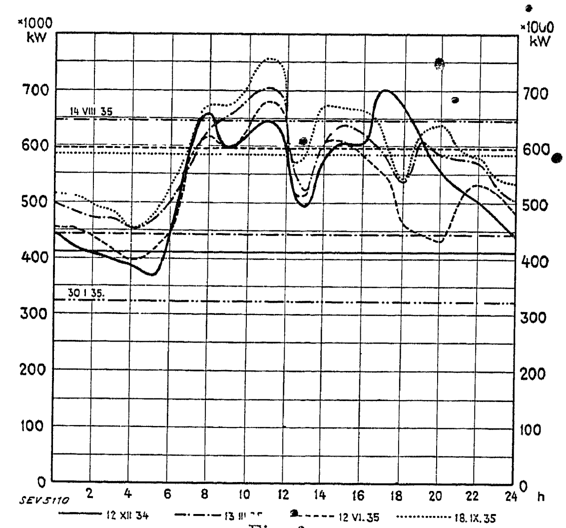


Fig. 6.
Courbes de charge journalière de l'énergie fournie aux réseaux.

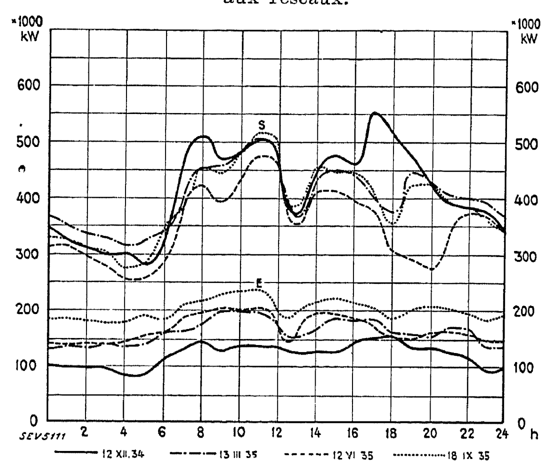


Fig. 7.
Courbes de charge journalière de l'énergie livrée dans le pays et de l'énergie exportée.

Le graphique de la figure 7 montre, pour les mêmes jours, les courbes de charge journalière de l'énergie livrée à la consommation dans le pays (pertes comprises) et de l'énergie exportée.

La *puissance maximum* totale de l'année a atteint 755 000 kW et a été enregistrée, comme pour l'exercice précédent (730 000 kW), le mercredi de septembre à 11 h. L'augmentation est due, en grande partie, à la production de Klingnau. La puissance maximum de l'énergie livrée dans le pays s'est élevée à 551 000 kW (536 000 kW) et a été enregistrée, comme l'année précédente, le mercredi de décembre à 17 h. L'utilisation annuelle de la puissance maximum est de 5900 h en ce qui concerne l'énergie totale fournie aux réseaux, de 5600 h en ce qui concerne l'énergie livrée à la consommation dans le pays (y compris les pertes), et de 5550 h en ce qui concerne l'énergie exportée.

Il y a lieu de noter que les courbes de charge sont relevées par les centrales, d'heure en heure et à 12 h. 30 et communiquées à l'office sous forme de tableau. Il se pourrait ainsi que la puissance maximum ait atteint, entre deux lectures, des valeurs encore plus élevées.

Sur la figure 8 sont tracées, pour les 4 dernières années, les courbes de charge journalière d'un mercredi de décembre relatives à l'énergie totale fournie aux réseaux, à l'énergie livrée à la consommation dans le pays et à l'énergie exportée. A l'exception de la pointe de 17 h, la charge totale et celle de l'énergie livrée à la consommation dans le pays étaient inférieures aux puissances constatées en décembre 1933. La courbe de charge de l'énergie exportée marque aussi un recul par rapport à l'année précédente.

Les courbes de la figure 9 donnent l'allure de la charge d'un mercredi de juin, également pour les quatre dernières années. Le recul de la consommation durant le mois de juin est aussi visible sur ces courbes, tant pour l'énergie livrée à la consommation dans le pays que pour l'énergie exportée.

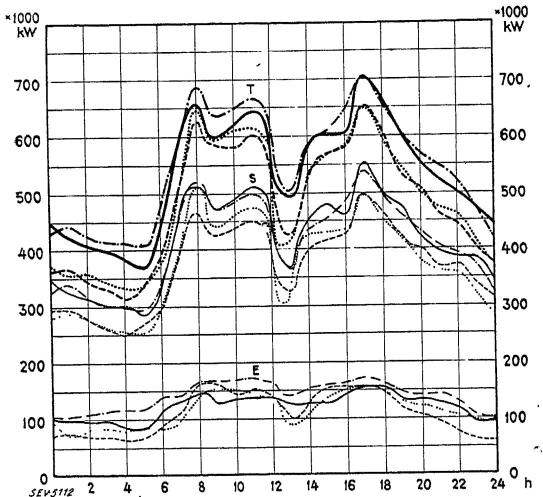


Fig. 8.

Courbe de charge journalière d'un mercredi de décembre.

le:	*T* Energie totale fournie aux réseaux	*S* Energie livrée dans le pays	*E* Energie exportée
	en millions de kWh		
..... 16 déc. 31:	11,6	9,0	2,6
-------- 14 déc. 32:	11,5	8,9	2,6
-.-.-.-. 13 déc. 33:	13,2	9,9	3,3
——— 12 déc. 34:	12,7	9,6	3,1

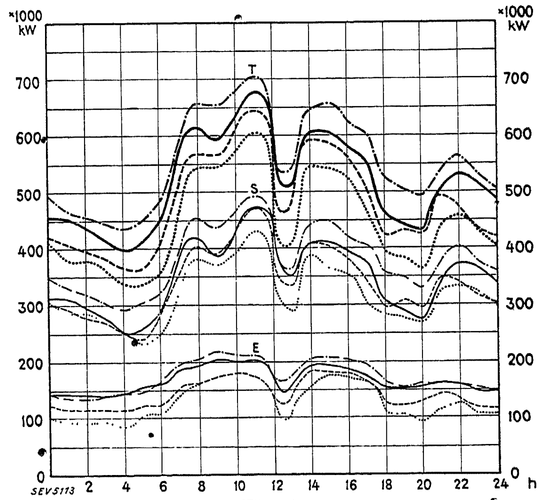


Fig. 9.

Courbe de charge journalière d'un mercredi de juin.

le:	*T* Energie totale fournie aux réseaux	*S* Energie livrée dans le pays	*E* Energie exportée
	en millions de kWh		
..... 15 juin 32:	10,9	7,8	3,1
-------- 14 juin 33:	11,5	8,1	3,4
-.-.-.-. 13 juin 34:	13,3	8,9	4,4
——— 12 juin 35:	12,9	8,6	4,3

2° Situation financière.

Les renseignements statistiques sont complétés cette année par un Bilan général et par un Compte global de Profits et Pertes des entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers, établis sur la base des études de l'office et se rapportant aux 5 dernières années. (Tableaux V et VI.)

L'actif du bilan montre les investissements importants effectués depuis 1930 qui se chiffrent à 490 millions de fr. A la fin de 1934 les capitaux de premier établissement des installations en service s'élevaient à 1960 millions de fr. et la dette de construction (c'est-à-dire les capitaux de premier établissement moins le montant global des amortissements, des fonds de réserve et des reports) à 962 millions de fr. (contre 802 millions en 1930). La dette représente donc env. 50 % des capitaux de premier établissement. Elle augmentera encore légèrement durant les 2 ou 3 prochaines années, mais ne dépassera probablement pas un milliard de fr.; elle pourra alors être réduite, car les nouveaux investissements seront, selon toute probabilité, inférieurs à la dotation des fonds.

Les postes au *passif* du bilan donnent un aperçu du genre de financement de l'ensemble des entreprises électriques. Sur la totalité des capitaux versés et émis se montant, à la fin de 1934, à 1108 millions de fr. (1 + 2 + 3 + 4) plus de deux tiers reviennent aux cantons et aux communes.

Les *recettes* ont passé de 225 millions de fr. en 1930 à 240 millions de fr. en 1934. Elles n'ont augmenté que de 6,7 %, alors que l'augmentation des capitaux de premier établissement se chiffre à 26 %. L'accroissement des recettes de 15 millions de fr. a été absorbé en majeure partie (11,5 millions) par l'augmentation toujours croissante des versements aux caisses publiques et des sommes payées pour droits d'eau et impôts qui ont atteint en 1934 la somme globale de 53 millions de fr.

Les *dépenses* d'administration, d'exploitation et d'entretien ont subi une légère compression. Les nombres absolus relatifs à la dotation des fonds d'amortissement et de réserve accusent une augmentation; par rapport au capital de premier établissement, ces versements ont diminué et se chiffraient à 3,37 pour cent en 1934 contre 3,94 pour cent en 1930. Grâce aux amortissements effectués et à la diminution du taux, les intérêts et dividendes n'ont pas subi d'augmentation importante malgré les investissements importants effectués depuis 1930. Le taux moyen des intérêts des obligations a baissé de 5 % en 1930 à 4,6 % en 1934 et les dividendes ont été réduits, en moyenne, de 6,4 à 5,3 %.

Bilan général[1])

de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers. Tabelle V.

	1930	1931	1932	1933	1934
	en millions de francs				
I. Actif.					
Installations, immeubles, mobilier, compteurs et outillage:					
a) Capital de premier établissement, au 1[er] janvier	1 580	1 690	1 810	1 920	2 000
b) Augmentation pendant l'exercice	110	120	110	80	70
c) Capital de premier établissement, au 31 décembre	1 690	1 810	1 920	2 000	2 070
d) Installations en construction	140	170	170	130	110
e) Capital de premier établissement des installations en service	1 550	1 640	1 750	1 870	1 960
f) Amortissements effectués jusqu'à la fin de l'exercice	709	768	825	885	949
1° **Installations en service**	841	872	925	985	1 011
2° **Installations en cours d'exécution**	140	170	170	130	110
3° **Matériaux et approvisionnements**	20	20	19	17	16
4° **Titres en portefeuille** [1])	21	21	29	23	27
5° **Solde des débiteurs et créditeurs, banques, caisses et divers**	71	37	8	3	7
Total	1 093	1 120	1 151	1 158	1 171
II. Passif.					
1° **Capital actions** [1])	234	237	246	254	262
a) appartenant aux cantons	*92*	*92*	*92*	*94*	*95*
b) » » communes	*5*	*11*	*12*	*12*	*14*
c) » » sociétés financières, banques et particuliers	*137*	*134*	*142*	*148*	*153*
2° **Capital de dotation**	295	306	313	307	303
a) des entreprises électriques cantonales	*85*	*80*	*80*	*72*	*68*
b) des entreprises électriques communales	*210*	*226*	*233*	*235*	*235*
3° **Capital des sociétés coopératives**	3	3	3	3	3
4° **Capital obligations**	507	517	530	533	540
a) des entreprises électriques cantonales	*195*	*179*	*171*	*171*	*170*
b) » » » communales	*30*	*40*	*40*	*40*	*36*
c) » » » cantonales et communales combinées	*71*	*71*	*71*	*71*	*73*
d) » » » mixtes	*105*	*104*	*123*	*123*	*130*
e) » » » privées	*106*	*123*	*125*	*128*	*131*
5° **Dividendes**	15	15	14	14	14
6° **Fonds de réserve et reports**	39	42	45	47	49
Total	1 093	1 120	1 151	1 158	1 171

[1]) L'actif et le passif du bilan s'entendent sans les participations des entreprises électriques entre elles, se montant, en 1934, à 210 millions de francs.

Compte global de Profits et Pertes

de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers. Tableau VI.

	1930	1931	1932	1933	1934
	en millions de francs				
I. Recettes.					
1° Ventes d'énergie [1]) et recettes nettes des installations intérieures	225	227	230	235	240
2° Recettes extraordinaires	1,3	3,7	—	—	—
Total	226,3	230,7	230	235	240
II. Dépenses.					
1° **Dépenses d'exploitation**	86	88	86	84	84
a) Administration, exploitation, entretien	*76,5*	*78*	*75*	*73*	*72*
b) Droits d'eau et impôts	*9,5*	*10*	*11*	*11*	*12*
2° **Amortissements et dotation des fonds de réserve**	61	62	60	62	66
3° **Excédent des recettes d'exploitation**	79,3	80,7	84	89	90
a) Intérêts	*32,3*	*32,7*	*34*	*34*	*35*
b) Dividendes	*15*	*15*	*14*	*14*	*14*
c) Versements aux caisses publiques	*32*	*33*	*36*	*41*	*41*
Total	226,3	230,7	230	235	240

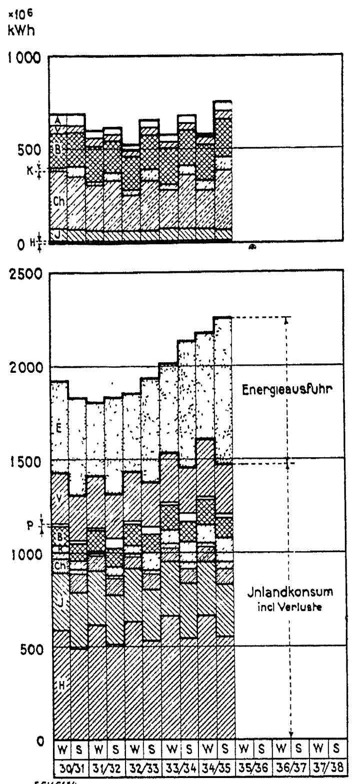
[1]) y compris l'exportation.

B. Entreprises ferroviaires et industrielles.

Ce groupe concerne les chemins de fer fédéraux, quelques compagnies ferroviaires privées et les entreprises industrielles qui possèdent des usines génératrices. Les quantités d'énergie produites et utilisées par ces entreprises sont indiquées dans le tableau VII et au haut de la figure 10.

Sur une production totale de 1333 millions de kWh (exercice précédent 1270) les usinés hydrauliques ont produit 1312 (1248) millions et les usines thermiques 21 (22) millions de kWh.

C. Production et distribution totale de l'énergie électrique en Suisse.

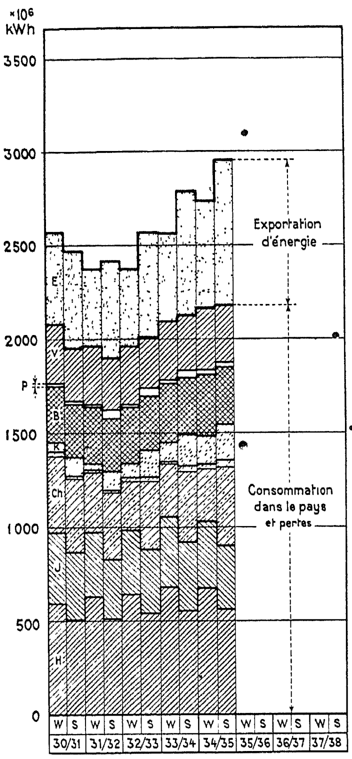


Par semestre d'hiver et d'été

Fig. 10.

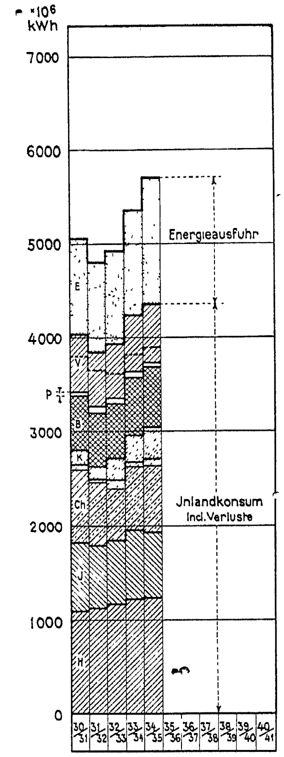
Energie fournie par les entreprises livrant de l'énergie à des tiers (bas) et par les entreprises ferroviaires et industrielles (haut).

A Energie fournie par les entreprises ferroviaires et industrielles aux entreprises livrant à des tiers.



Par semestre d'hiver et d'été

Fig. 11.



Par année

Fig. 12.

Production et distribution totale de l'énergie électrique en Suisse par toutes les entreprises, y compris les entreprises ferroviaires et industrielles.

H Usages domestiques et artisanat.
J Industrie.
Ch Electrochimie, électrométallurgie, électrothermie.
K Chaudières électriques.
B Traction.
P Accumulation d'énergie par pompage.
V Pertes dans les réseaux de distribution.
E Exportation d'énergie.

Le graphique de la figure 10 montre que les quantités d'énergie fournie à la consommation dans le pays par les entreprises livrant à des tiers sont légèrement plus élevées en hiver qu'en été (consommation supérieure des usages domestiques et de l'artisanat in hiver). L'énergie exportée en plus grandes quantités, en été, contribue à égaliser les nombres des livraisons totales entre l'été et l'hiver.

Chez les entreprises ferroviaires et industrielles les livraisons d'énergie d'été sont bien supérieures à celles d'énergie d'hiver (consommation plus forte de l'électrochimie en été). Les quantités totales de l'énergie livrée par toutes les entreprises sont ainsi plus élevées en été qu'en hiver (fig. 11).

Les courbes tracées en la figure 12 correspondent aux livraisons annuelles totales d'énergie qui accusent un accroissement notable depuis l'inflexion survenue en 1931/32. Les nombres relatifs au graphique de la figure 12 sont groupés dans le tableau VIII. Il ressort qu'à l'exception des applications générales de l'industrie toutes les catégories d'utilisation ont enregistré une consommation supérieure à celle de l'exercice précédent. La consommation d'énergie totale dans le pays a augmenté de 147 millions de kWh, dont la moitié, soit 70 millions de kWh, concerne l'augmentation des livraisons pour les chaudières électriques.

Sur le montant total de l'énergie fournie aux réseaux s'élevant à 5705 (exercice précédent 5355) millions de kWh, 5661 (5312) millions ont été produits par les usines hydrauliques et 31 (36) millions par les usines thermiques et 13 (7) millions de kWh ont été importés (tableau VII). La production des usines hydrauliques a atteint 99,2 (99,2) % du montant global de l'énergie fournie aux réseaux.

Tableau VII.

	Entreprises livrant de l'énergie à des tiers²)				Entreprises ferroviaires et industrielles³)				Production et distribution totale d'énergie électrique en Suisse			
	hiver¹) 1934/35	été¹) 1935	année 1934/35	année 1933/34	hiver¹) 1934/35	été¹) 1935	année 1934/35	année 1933/34	hiver¹) 1934/35	été¹) 1935	année 1934/35	année 1933/34
	en millions de kWh				en millions de kWh				en millions de kWh			
I° Production:												
1° Par les usines au fil de l'eau	1705	1905	3610	3307	377	597	974	895	2082	2502	4584	4202
2° Par les usines à accumulation⁴)	436	303	739	757	185	153	338	353	621	456	1077	1110
Production hydraulique	2141	2208	4349	4064	562	750	1312	1248	2703	2958	5661	5312
apports des bassins d'accumulation	(263)	—	(263)	(329)	(102)	(16)	(118)	(120)	(365)	(16)	(381)	(449)
3° Production thermique	8	2	10	14	13	8	21	22	21	10	31	36
4° Energie importée	13	—	13	7	—	—	—	—	13	—	13	7
5° Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles	15	43	58	68	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2177	2253	4430	4153	575	758	1333	1270	2737	2968	5705	5355
II° Distribution:												
1° Usages domestiques et artisanat	669	556	1225	1217	6	5	11	11	675	561	1236	1228
2° Industrie⁵): applications générales	286	277	563	583	65	61	126	124*)	351	338	689	707*)
applications électrochimiques, métallurgiques et thermiques	105	119	224	216	206	348	554	512*)	311	467	778	728*)
3° Chaudières électriques⁶)	99	130	229	183	51	63	114	90	150	193	343	273
4° Traction: chemins de fer fédéraux	53	32	85	74	184	192	376	373	237	224	461	447
autres comp. de chemins de fer	84	75	159	160	6	7	13	13	90	82	172	173
5° Pertes dans les réseaux de distribution⁷)	289	258	547	525	42	38	80	78	331	296	627	603
Consommation dans le pays et pertes	1585	1447	3032	2958	560	714	1274	1201	2145	2161	4306	4159
6° Energie exportée	569	781	1350	1140	—	—	—	—	569	781	1350	1140
7° Energie employée au remplissage des bassins d'accumulation	23	25	48	55	—	1	1	1	23	26	49	56
8° Energie fournie par les entreprises ferroviaires et industrielles aux entreprises livrant à des tiers⁸)	—	—	—	—	15	43	58	68	—	—	—	—
Total	2177	2253	4430	4153	575	758	1333	1270	2737	2968	5705	5355

¹) Hiver: 1^er oct. au 31 mars; été: 1^er avril au 30 sept.
²) Sans la production des usines d'une puissance inférieure à 300 kW; cette production n'atteint que 20 millions de kWh par an, soit 0,5 % de la production totale.
³) Usines d'une puissance supérieure à 300 kW.
⁴) Pour les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, ces usines comprennent celles des forces motrices de Brusio, des forces motrices grisonnes, les usines du Wäggital, de Niederenbach, du Löntsch, du Lac de Lungern, de Handeck, La Dixence, Broc, La Dernier, Vouvry, Fully et Tremorgio.
⁵) Etablissements soumis à la loi fédérale sur les fabriques et occupant plus de 20 ouvriers.
⁶) Chaudières à électrodes.
⁷) Les pertes dans les réseaux s'entendent entre l'usine et le point de livraison, pour la traction entre l'usine et la ligne de contact. Les pertes dans les installations de distribution des entreprises industrielles n'ont pas été prises en considération. Elles sont comprises sous II/2.
⁸) La consommation de cette énergie est comprise dans les chiffres indiqués sous «entreprises livrant de l'énergie à des tiers».
*) Nombre rectifié.

Tableau VIII.

Développement de la consommation totale d'énergie électrique décomposée selon l'utilisation	Année hydrographique (1^er oct.—30 sept.)						Différence par rapport à l'année précédente kWh-10⁶
	1930/31	1931/32	1932/33	1933/34	1934/35		
	en millions de kWh					en %	
1° Usages domestiques et artisanat	1098	1139	1176	1228	1236	21,6	+ 8
2° Industrie (sans 3 et 4)	745	670	681	707*)	689	12,1	— 18
3° Electrochimie, électrométallurgie et électrothermie	838	706	650	728*)	778	13,7	+ 50
4° Chaudières électriques	155	126	230	273	343	6,0	+ 70
5° Traction: Chemins de fer fédéraux	413	414	419	447	461	11,1	+ 13
Autres Cies de chemins de fer	165	165	166	173	172		
6° Pertes dans les réseaux de distribution	597	589	581	603	627	11,0	+ 24
7° Energie livrée à la consommation dans le pays (sans 9)	4011	3809	3903	4159	4306	75,5	+ 147
8° Energie exportée	1012	926	977	1140	1350	23,6	+ 210
9° Energie employée au remplissage des bassins d'accumulation	34	66	58	56	49	0,9	— 7
10° Energie totale fournie aux réseaux	5057	4801	4938	5355	5705	100,0	+ 350

*) Nombre rectifié.

L'énergie totale produite annuellement par tête d'habitant a passé de 1300 à 1380 kWh et l'énergie consommée dans le pays de 1020 à 1050 kWh.

Periodische Kontrollmessungen bei Grossabonnenten.

Von *W. Sandmeier*, Arbon.

621.317.785.089 6

Es wird empfohlen, die Zähleranlagen von Grossabonnenten auf Grund gegenseitiger Vereinbarung jährlich nachprüfen zu lassen und an einem Beispiel gezeigt, wie dies in Arbon zum Nutzen des Werkes gemacht wird.

L'auteur recommande de faire contrôler chaque année, sur la base d'une entente entre centrale et abonné, les installations de comptage des gros consommateurs et montre par un exemple comment ce contrôle s'effectue à Arbon, à l'avantage de la centrale.

Das Wasser- und Elektrizitätswerk Arbon verfügt nicht über ein eigentliches Kraftverteilungsnetz. Energiebezüger mit einem tatsächlichen oder voraussichtlichen Anschlusswert von 40 kW an werden an das 10-kV-Hochspannungs-Kabelnetz angeschlossen. Alle übrigen Abonnenten, inbegriffen das Klein- und Mittelgewerbe, werden durch das Sekundärnetz von 3×250/145 Volt bedient. Das Werk erstellt den genannten Grossbezügern den Kabelanschluss kostenlos. In der Regel entstehen dem Werk dadurch keine sehr grossen Auslagen, weil das Netz als Ringleitung ausgebildet ist und durch jenes Gebiet führt, in welchem die Industrien im allgemeinen niedergelassen sind. Nebenbei sei bemerkt, dass diese Ringleitung in zwei ungefähr gleich lange Teile getrennt werden kann und dass in den letzten sechs Jahren die Hochspannungsanlagen weitgehend ausgebaut wurden, so dass Kabeldefekte heute rasch lokalisiert werden können.

Die an die Grossabonnenten abgegebene elektrische Energie wird primärseitig gemessen, und zwar durch zwei sich gegenseitig kontrollierende Messaggregate, wovon das eine vom Abonnenten und das andere vom Werk angeschafft werden muss. Vertraglich wird festgelegt, dass der Abonnent einen Doppeltarifzähler mit Maximumregistrierung und das Werk einen Maxigraphen mit Doppeltarifzählwerk sowie die Umschaltuhr beschafft. Jeder Zähler erhält separate Messwandler. Ferner ist im Energielieferungsvertrag vereinbart, dass vor der definitiven Abrechnung jedes Messaggregat jährlich geprüft wird. Diese Prüfungen sind nicht zu verwechseln mit der amtlich vorgeschriebenen Revision [1]), die alle zehn Jahre durch eine offizielle Eichstätte [2]) vorzunehmen ist. Es handelt sich hier um vertraglich vereinbarte Kontrollmessungen, welche vor jedem Rechnungsabschluss sowohl dem Werk als auch dem Bezüger Gewissheit über das richtige Funktionieren der Messapparate geben sollen. Die Messeinrichtungen sind daher mit Prüfklemmen versehen. Die Kosten der Kontrollmessung werden je zur Hälfte vom Werk und vom Bezüger getragen. Die in Arbon gemachten Erfahrungen zeigten, dass solche Kontrollmessungen recht nützlich sind. Diese werden je in den ersten zwei Betriebsjahren sekundärseitig und im dritten Betriebsjahr primärseitig an Ort und Stelle ausgeführt; derselbe Turnus gilt für alle folgenden Jahre. Im letzten Jahr betrug die Transformatorleistung der solchen Kontrollmessungen unterworfenen Anlagen 3430 kVA, die durch sie abgegebene Energie $2{,}9 \cdot 10^6$ kWh und die halbstündige Maximalbelastung 1360 kW. Um an einem Beispiel zu zeigen, wie eine solche Kontrollmessung durchgeführt werden kann, sei im folgenden der Bericht über eine solche bei einem Bezüger wiedergegeben (Tabellen I und II). Die Tabellen III und IV zeigen, wie die Messung die Abrechnung mit dem Bezüger beeinflusst.

Drehstrom-Dreileiter-Zähler B mit Maximumanzeiger 3 × 10 000/100 V; 3 × 50/5 A.

Tabelle I.

Tageszeit	Spannungs- Mittelwert V	Strom- Mittelwert A	Belastung in % des Nennstromes	Leistungsfaktor cos φ	Angabe Prüfobjekt kW	Fehler in % des Sollwertes	Korrektionsfaktor
14 h 15	9 910	23	ca. 46	0,74	286,4	−3,5	1,036
14 h 31	9 900	22	„ 44	0,78	285,3	−3,1	1,032
14 h 57	9 910	21	„ 42	0,75	263,2	−3,0	1,031
15 h 07	9 880	24	„ 48	0,76	310,4	−2,6	1,027
15 h 18	10 020	24	„ 48	0,73	283,2	−2,6	1,027
15 h 42	10 010	23	„ 46	0,76	298,2	−2,3	1,024

Prüfung der Maximumvorrichtung.

Tabelle II.

		Mittelwerte aus 2 Messungen
Konstante: 1 Teilstrich entspricht	W	10 000
Kupplungsdauer		29 m 51 s
Entkupplungsdauer	s	14,0
Belastung	kW	310.0
Leistungsfaktor	cos φ	0,75
Angabe des Maxigraphen	T'str.	30,15
entspricht	kW	301,5
Totaler Fehler	%	— 2,7 [1])
Fehler des Zählers allein	%	— 2,8 [1])
Korrektionsfaktor		1,028 [2])

[1]) bezogen auf den Sollwert.
[2]) bezogen auf den totalen Fehler.

Der parallele Zähler A zeigte nach gleich abgefasstem Prüfprotokoll einen Fehler von — 2,0 %.

Der Korrektionsfaktor, resultierend aus einem Fehler von — 2 %, beträgt für den Zähler A 1,0101, für den Zähler B 1,0141, entsprechend einem Minusfehler von — 2,8 %.

Aus den Tabellen III und IV geht hervor, dass diese Kontrollmessungen einen bemerkenswerten Unterschied zwischen den Zählerangaben und dem wirklichen Bezug zugunsten des Werkes zutage brachten. Nach dem bestehenden Energielieferungsvertrag werden festgestellte Fehler der Zähler nach einer bestimmten Skala angerechnet. Im konkreten

[1]) Siehe Art. 36 der Vollziehungsverordnung über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 23. Juni 1933.

[2]) Siehe Bull. SEV 1935, Nr. 19, S. 529.

Falle kam nur der halbe Fehler in Anrechnung. Im gleichen Sinne werden die Angaben der Instrumente, welche die Maximalleistung messen, korrigiert. Diese Korrekturen beeinflussen das Abrechnungsergebnis oft in bedeutendem Masse.

Total der abgelesenen Zählerstände.

Tabelle III.

	Winter-Tagesenergie kWh	Winter-Nachtenergie kWh
Zähler A . .	388 400	163 200
„ B . .	396 490	164 260
	Sommer-Tagesenergie kWh	Sommer-Nachtenergie kWh
Zähler A . .	298 700 [2])	81 000 [2])
„ B . .	303 310 [2])	79 280 [2])
„ A . .	62 400 [1])	18 400 [1])

[1]) Monat September allein: es war die Spannungswandler-Sicherung des einen Messaggregates durchgeschmolzen; zur Verrechnung wurde nur die Angabe des anderen herangezogen.
[2]) Ohne September.

Wie wichtig die häufige Durchführung solcher Kontrollmessungen ist, ergibt sich schon allein daraus, dass ja in unserm Netz schon Fehler von ± 12 % festgestellt werden konnten, und zwar traten in der Regel Minusfehler auf. Die Kosten für diese Kontrollmessungen haben sich stets reichlich bezahlt gemacht. Für diejenigen Werke, die kein eigenes Prüfamt besitzen oder deren Prüfamt aus irgendwelchen Gründen ausscheidet [3]), lohnt es sich daher immer, auch dann, wenn es sich nicht

[3]) Siehe z. B. Art. 35 der Vollziehungsverordnung (Fussnote 1).

Korrigierter Bezug.

Tabelle IV.

	Winter-Tagesenergie kWh	Winter-Nachtenergie kWh
Zähler A	392 322	164 848
» B	402 080	166 576
	794 402	331 424
Mittel	397 201	165 712
	Sommer-Tagesenergie kWh	Sommer-Nachtenergie kWh
Zähler A	301 716	81 818
» B	307 586	80 397
	609 302	162 215
Mittel	304 651	81 107
September allein	63 030	18 585
Zur Verrechnung gelangender Konsum	367 681	99 692

um Grossbezüger handelt, solche Kontrollen der Messanlagen an Ort und Stelle durch ein neutrales Prüfamt, wie dasjenige des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, vornehmen zu lassen. Das E.W. Arbon hat mit diesen Prüfungen die besten Erfahrungen gemacht. Der beauftragte Messingenieur behebt gleichzeitig Fehler der Zähler in der Messanlage, wenn sich solche zeigen. Vielfach resultieren Zählerfehler aus defekten Lagern, die sofort instandgestellt werden können, worauf wieder eine Nachprüfung erfolgt. Auch Schaltungsfehler wurden nicht selten festgestellt, auf die man ohne diese Betriebskontrolle vielleicht erst viel später gestossen wäre.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Ein direkt zeigender Frequenzmesser mit grossem Messbereich.

621.317.761

Für die Frequenzmessung fehlte bisher ein direkt zeigendes Instrument mit grossem, etwa das ganze Gebiet der Tonfrequenzen umfassenden Messbereich. Die indirekten Verfahren zur Frequenzmessung, wie z. B. die in der Elektroakustik übliche Verwendung von geeichten Stimmgabeln, die Benutzung eines elektrisch erregten Monochords, das Arbeiten mit einer frequenzabhängigen Brücke und die Frequenzbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung an einem Kondensator sind verhältnismässig umständlich und zeitraubend. Häufig haben sie auch den Nachteil, dass die Messeinrichtung einen unerwünscht hohen Eigenverbrauch aufweist, wodurch die Vorschaltung eines Verstärkers nötig wird.

Von den bisher bekannten direkt zeigenden Frequenzmessern ist hier in erster Linie folgendes Prinzip zu nennen: Die Messfrequenz steuert einen Umschaltekontakt, über den ein Kondensator abwechselnd von einer Gleichstromquelle aufgeladen und entladen wird. Der zeitliche Mittelwert des Lade- oder des Entladestromes ist — durch ein Drehspulinstrument angezeigt — ein Mass für die Frequenz. Im Bereiche tiefer Frequenzen ist eine solche Einrichtung gut geeignet. Die Konstruktion eines derartigen Frequenzmessers für einen grösseren Frequenzumfang stösst jedoch auf Schwierigkeiten, weil der Verwendung eines mechanischen Umschaltekontaktes eine Grenze in Richtung höherer Frequenzen gesetzt ist.

Eine neuer direkt zeigender Frequenzmesser [1]) beruht auf der gleichen Grundlage, nur mit dem Unterschiede, dass der mechanische Umschaltekontakt durch zwei Elektronenröhren ersetzt ist. Dadurch sind dem Messbereich keine engen Grenzen mehr gesetzt. Mit der hier zu beschreibenden Ausführung wird in mehreren Stufen ein Bereich von 10 bis 60 000 Per./s erfasst.

Fig. 1 zeigt das Schaltungsprinzip dieses Frequenzmessers; die Zeichnung enthält nur die für die grundsätzliche Wirkungsweise wesentlichen Schaltelemente. C ist der Messkondensator, 4 die Lade-, 3 die Umladeröhre. Der Kondensator wird hier wie ersichtlich nicht nur entladen, sondern auf einen anderen, entgegengesetzt gerichteten Spannungswert umgeladen. Das Drehspulinstrument A misst den Ladestrom und ist in Per./s geeicht. Die Lade- und die Umladeröhre werden von den Röhren 1 und 2 gesteuert. Die Schaltung arbeitet so, dass der Kondensator C bei jeder positiven Halbwelle der zu messenden Spannung aufgeladen und bei jeder negativen Halbwelle umgeladen wird.

Bei einer positiven Halbwelle steigt der Anodenstrom der Röhre 1, der Spannungsabfall an R_2 nimmt zu. Dadurch wird das Gitter der Umladeröhre 3 negativer, diese Röhre wird also gesperrt. Auch der Spannungsabfall an R_1 steigt, das Gitter der Röhre 2 wird negativer, so dass der Spannungsabfall an R_3 fällt, das Gitter der Laderöhre 4 positiver wird und die Ladung des Kondensators C erfolgt.

[1]) AEG-Mitt. 1934, Heft 3, S. 113.

Bei einer negativen Halbwelle haben alle Strom- und Spannungsänderungen entgegengesetzte Richtung (bezogen auf die eben für eine positive Halbwelle angegebenen). Demnach wird die Laderöhre 4 gesperrt und die Umladeröhre 3 freigegeben.

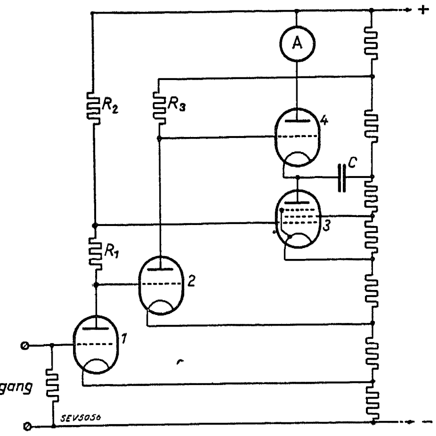


Fig. 1.
Schaltprinzip.

So wird der Kondensator *C* bei jeder Periode einmal auf- und einmal umgeladen. Es ergeben sich sekundlich soviele Ladevorgänge wie die zu messende Frequenz Perioden pro Sekunde hat. Die Lade- und die Umladespannung des Kondensators sind konstant, so dass der zeitliche Mittelwert des Ladestromes proportional der Frequenz ist. Oberwellen der zu messenden Frequenz beeinträchtigen die Messung nicht, es sei denn, dass die Zahl der Nulldurchgänge der Wechselspannung infolge des Oberwellengehaltes grösser als der Grundfrequenz entsprechend wird. Bei nichtperiodischen elektrischen Wechselvorgängen zeigt das Instrument den zeitlichen Mittelwert der Zahl der Wechselvorgänge an.

Die prinzipielle Schaltung des ganzen Frequenzmessers ist in Fig. 2 wiedergegeben. Die Röhren 1 bis 4 entsprechen denen der Fig. 1. 7 ist ein Stabilisator, dessen Glimmstrecken 8, 9, 10 und 11 die Lade- und die Umladespannung sowie einen Teil der Betriebsspannungen der Röhren stabilisieren. Als Kondensator sind mehrere, zu verschiedenen Messbereichen gehörige Kondensatoren vorgesehen, die durch einen Umschalter gewählt werden können. Da der Ladestrom einen Gleichstrom mit überlagerten Wechselströmen darstellt, ist parallel zum Drehspulinstrument ein kapazitiver Nebenschluss vorgesehen. Der Netzteil enthält einen üblichen Zweiweggleichrichter und einen Siebkondensator. In der Netzleitung liegt als weiteres Stabilisierungsmittel für die Betriebsspannungen ein Eisen-Wasserstoff-Widerstand 6.

Die Messgenauigkeit dieses Frequenzmessers ist in erster Linie durch die Konstanz der Betriebsspannungen bestimmt. Zur Beseitigung des Einflusses der betriebsmässigen Erwärmung des Stabilisators auf die Spannungen an den einzelnen Glimmstrecken ist eine automatisch arbeitende Kompensation vorgesehen. Der Einfluss der Raumtemperatur wird durch einen veränderlichen Widerstand, dessen Skala direkt in Grad Celsius geeicht ist, ausgeglichen. Dadurch erreicht der Frequenzmesser eine Genauigkeit von $\pm 0{,}5\,\%$. Bemerkenswert ist, dass auch beim Auswechseln der Röhren keine grösseren Abweichungen der Frequenzanzeige als $\pm 1\,\%$ auftreten, die durch eine Kontrolle der Eichung mit Hilfe der Netzfrequenz und Betätigung eines Korrektionsgriffes ausgeglichen werden können. Dagegen führt ein Auswechseln des Stabilisators zu grösseren Abweichungen der Anzeige, die aber, wenn sie $\pm 4\,\%$ nicht überschreiten, ebenfalls, wie erwähnt, ausgeglichen werden können. Damit die beim Auswechseln des Stabilisators auftretenden Aenderungen der Anzeige innerhalb dieses Korrektionsbereiches fallen, wird die Verwendung besonders ausgesuchter Stabilisatorröhren empfohlen.

Der Apparat gestattet Frequenzmessungen zwischen 10 und 60 000 Per./s an Wechselspannungen von 0,1 bis 60 Volt. Der Eingangswiderstand beträgt 50 000 Ohm, die Messgenauigkeit $\pm 0{,}5\,\%$. Bei einer kleineren Ausführung reicht der Frequenzbereich bis 10 000 Per./s, wobei die Wechselspannung zwischen 1 und 60 Volt liegen muss, der Eingangswiderstand

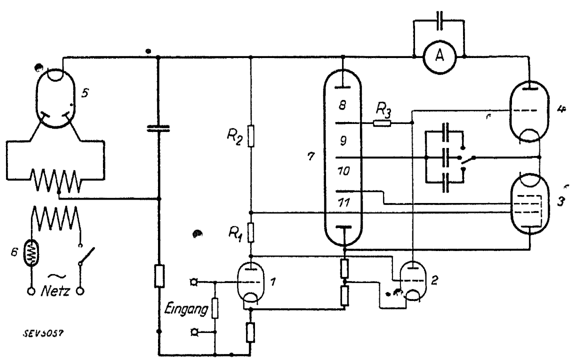


Fig. 2
Ausführungsschema.

5000 Ohm und die Messgenauigkeit $\pm 2\,\%$ beträgt. Bei nicht sinusförmiger Wechselspannung wird die Frequenz der Grundschwingung noch genau angezeigt, wenn der Anteil der doppelten Grundfrequenz $50\,\%$ und derjenige der dreifachen Grundfrequenz $33\,\%$ (bezogen auf die Grundwelle) nicht überschreitet. *Hartmut Keller.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Ueber Abnahmeprüfungen an Rundspruchsendern.

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 16. März 1935 in Bern,

von *W. Gerber*, Bern.

621.396.61.0014

Diese Veröffentlichung ist ein Referat, das von Organen des Generalsekretariates des SEV verfasst und vom Vortragenden genehmigt wurde.

Es wird darin ein Ueberblick über die hauptsächlichsten Versuche gegeben, die bei der Abnahme von Rundspruchsendern in Frage kommen: Versuch über die Antenneneigenschaften und erzielte Feldstärke, den Wirkungsgrad, die Uebertragungsqualität, die Frequenzkonstanz und die Betriebseigenschaften. Die Versuche werden durch praktische Beispiele erläutert.

Aus Platzmangel verzichten wir auf die Wiedergabe der Diskussion. — (Red.)

Cet article est un compte-rendu rédigé par le secrétariat général de l'ASE et approuvé par le conférencier.

L'auteur y donne un aperçu des principaux essais entrant en considération lors de la réception de postes émetteurs de radiophonie: propriétés de l'antenne et intensité de champ obtenue, rendement, qualité de la transmission, constance de la fréquence, et qualités en service. Les essais sont expliqués à l'aide d'exemples tirés de cas pratiques.

Par manque de place, nous renonçons au compte-rendu de la discussion. — (Réd.)

Die Abnahmeprüfungen an Rundspruchsendern bezwecken die Kontrolle der von der Lieferfirma garantierten Leistungen. Sie erstrecken sich über folgende Gebiete:

1. Antenneneigenschaften und Feldstärke.
2. Wirkungsgrad.
3. Uebertragungsqualität.
4. Frequenzkonstanz.
5. Betriebs- und andere Eigenschaften.

Die messtechnischen Kriterien basieren vorwiegend auf Empfehlungen des Comité Consultatif International des Radiocommunications (CCIR) und des amerikanischen Institute of Radio Engineers.

1. Antenneneigenschaften und Feldstärke.

Zur Beurteilung des Schwingungszustandes der Antenne ist die Kenntnis der Antennenimpedanzen von Wichtigkeit. Fig. 2 zeigt für eine Sendeantenne gemäss den Dimensionen von Fig. 1 die Impedanzkurven in Abhängigkeit von der Be-

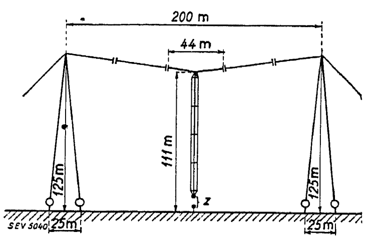


Fig. 1.
Antennenanlage eines Landessenders.

triebsfrequenz, gemessen zwischen Antenneneinführung und Erde. Die beiden Diagramme, die für isolierte, bzw. für geerdete Turmfüsse gelten, enthalten je die Kurven für die Wirk- und die Blindkomponente des Antennenwiderstandes. Der Blindwiderstand beginnt bei tiefen Frequenzen mit kapazitiver Phase und wechselt zu induktiver Phase, wenn die Antenne in der Viertelwelle schwingt. Der Wirkwiderstand

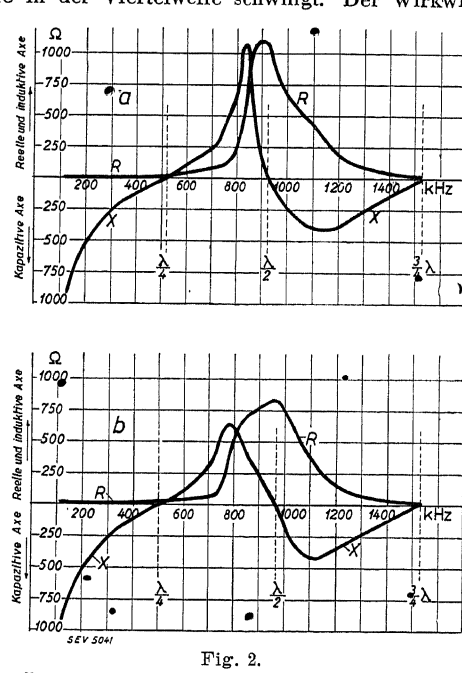


Fig. 2.
Impedanzkurven der Antenne nach Fig. 1,
zwischen Antenne und Erde gemessen.
a Turmfüsse isoliert (oben).
b Turmfüsse geerdet (unten).
R Ohmscher Widerstand.
X Reaktanz.

ist hier sowie bei allen folgenden ungeraden Vielfachen der Viertelwelle relativ klein, da die Antenne an der Einführungsstelle mit einem Strombauch und Spannungsknoten schwingt. Im Gegensatz dazu erreicht dieser bei allen geraden Vielfachen der Viertelwelle ein Maximum, weil sich dann an der Meßstelle ein Stromknoten und ein Spannungsbauch befindet. Bei diesen Frequenzen findet zugleich der steiler verlaufende Rückgang des Blindwiderstandes von induktiver zu kapazitiver Phase statt. Aus dem Vergleich der beiden Diagramme ist der Einfluss der Turmerdung ersichtlich. Er bewirkt eine Verlagerung der Resonanzstelle und eine Verbreiterung der Wirkwiderstandskurve. Der maximale Wirkwiderstand ist bei geerdeten Turmfüssen kleiner, was auf vermehrte Dämpfung deutet. Durch die Isolierung wird die Grundfrequenz der

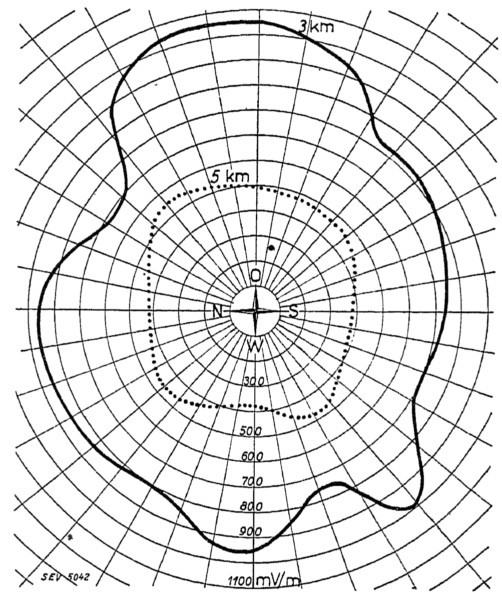


Fig. 3.
Feldstärken-Polardiagramme
eines Landessenders, gemessen auf dem 3- und 5-km-Kreis.

Türme um ca. 100 kHz erhöht. Bei einer Betriebsfrequenz von ca. 500 kHz würde die Antenne z. B. in der Viertelwelle schwingen.

Zur Beurteilung der Horizontalstrahlung werden bei mittleren Wellenlängen auf einem Umkreis von 3 und 5 km Radius Feldstärkenmessungen durchgeführt. Das Messgerät besteht aus einer Rahmenantenne mit genau bekannten Dimensionen, einem Messempfänger und einem Meßsender. Nachdem an der zu untersuchenden Stelle die Empfindlichkeit des Messempfängers auf einen geeigneten Ausschlag des Indikators eingestellt ist, wird die Rahmenantenne um 90° auf Empfangsminimum gedreht und mit Hilfe des Meßsen-

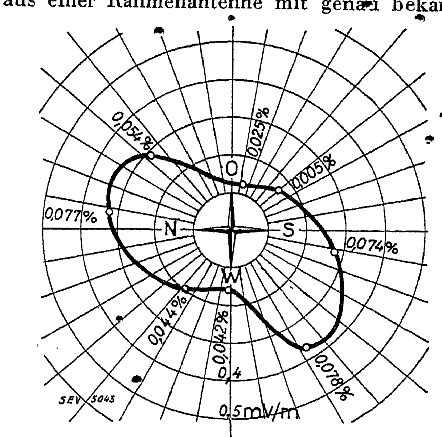


Fig. 4.
Feldstärken-Polardiagramm der zweiten Harmonischen,
gemessen auf dem 5-km-Kreis. Uebrige Daten wie bei Fig. Die Prozentwerte neben den Messpunkten geben das Feldstärkenverhältnis der zweiten zur ersten Harmonischen.

ders, bei konstanter Empfängerempfindlichkeit, wieder derselbe Wert am Indikator erzeugt. Aus den Meßsenderablesungen kann dann die Spannung, die durch den Sender im Rahmen induziert wird und aus welcher sich die Feldstärke unter Verwendung der Rahmendimensionen rechnerisch ermitteln lässt, bestimmt werden. Bei dieser Messmethode wird der Verstärker bei jeder Messung durch den Signalgenerator sozusagen neu geeicht, weshalb mit ihr eine gute Messgenauigkeit erreichbar ist (Subsitutionsmethode).

Fig. 3 zeigt als Beispiel die Feldstärken-Polardiagramme für den 3- und 5-km-Kreis eines Landessenders. Die ziemlich starken Einbuchtungen, namentlich des 3-km-Kreises, sind dabei weniger durch Turmeinflüsse als hauptsächlich durch die Bodenverhältnisse bedingt.

Wichtig ist auch die Ermittlung der Feldstärke der störenden oberen Harmonischen, die nach neueren Empfehlungen des CCIR bestimmte Absolutwerte nicht überschreiten dürfen. Fig. 4 zeigt das Polardiagramm der zweiten Harmonischen, deren Richteffekte möglicherweise durch Turmeinflüsse verursacht werden. Die angeschriebenen Prozentwerte gelten für das Feldstärkeverhältnis zwischen der zweiten und der ersten Harmonischen.

2. Wirkungsgrad.

Von Interesse ist neben dem Wirkungsgrad der gesamten Anlage auch der sog. Anodenwirkungsgrad, bei dem die Gleichstromleistung im Anodenkreis der Leistungsstufen zur Antennenleistung in Beziehung gebracht wird. Die Leistungsmessungen in den primären Stromkreisen werden nach den bekannten starkstromtechnischen Methoden durchgeführt. Die emittierte Leistung kann rechnerisch aus Feldstärkemessungen ermittelt werden. Eine genaue Bestimmung der Antennenleistung gestattet die Messung des Antennenstromes unter Berücksichtigung des mit der Messbrücke gemessenen Wirkwiderstandes der Antenne. Bei Abnahmemessungen wird die Antennenleistung auf die Nennleistung einreguliert.

Der Gesamtwirkungsgrad liegt bei den meisten Großsendern etwa in der Grösse von 20 %, während der Anodenwirkungsgrad Werte gegen 30 % erreicht.

3. Uebertragungsqualität.

Umfangreiche Messungen erfordert die Kontrolle der Uebertragungsqualität. Sie zerfällt in folgende Teilprüfungen:
a) Modulationskennlinien und Klirrfaktor,
b) Frequenzgang der Modulation.
c) Störmodulation.
d) Phasenverzerrungen der Trägerwelle («Schimmern»).

a) Durch die Modulationskennlinie wird die Abhängigkeit zwischen niederfrequenter Eingangsspannung und Modulationsgrad dargestellt. Das zu erstrebende Ziel ist die ideale Gerade. Praktisch ist sie kaum zu erreichen. Die Abweichungen haben nichtlineare Verzerrungen der Uebertragung zur Folge, die durch Messung des Klirrfaktors erfasst werden können. In den Garantiebestimmungen wird die Qualität der Modulation durch einen maximalen Klirrfaktor festgelegt, der nach den Empfehlungen des CCIR bei 90 % Modulation den Wert von 4 % nicht überschreiten soll.

Der Modulationsgrad kann bei gut einregulierten Sendern am einfachsten nach der Heisingformel durch Messung des Antennenstromes bestimmt werden. Das zu verwendende Thermoinstrument bringt den mittleren Effektivwert des modulierten Hochfrequenzstromes zur Anzeige. Dieser nimmt bei konstanter Trägerwellenstärke mit steigendem Modulationsgrad etwas zu, so dass der Modulationsgrad aus dem Verhältnis der Emmektivstromstärken bei sinusförmig moduliertem und unmoduliertem Sender bestimmt werden kann:

$$K = \sqrt{2\left[\left(\frac{I_m}{I_u}\right)^2 - 1\right]}$$

Sehr gebräuchlich ist die Messung mit dem Modulationsmeter nach van der Pol-Posthumus. Bei dieser Messung werden nach linearer Gleichrichtung die positiven und die negativen Modulationsspitzen mit Hilfe eines umschaltbaren Peakvoltmeters gemessen.

Der Klirrfaktor kann mit besonderen Messapparaturen bestimmt werden, die entweder die Effektivstärken der Grundwelle bzw. der Summe aller höheren Harmonischen direkt zu messen gestatten, oder mit denen eine komplette frequenzmässige Analysierung durchgeführt werden kann. Wenn nur der Klirrfaktor als solcher zu ermitteln ist, so eignet sich die erste Messmethode in den meisten Fällen besser, weil sie mit einer einfacheren Apparatur durchführbar ist und der Klirrfaktor aus dem Verhältnis der beiden Effektivstärken unmittelbar bestimmt werden kann.

Fig. 5 zeigt das Schema der kompletten Messapparatur, während im Diagramm Fig. 6 die Messresultate des betrachteten Senders eingetragen sind.

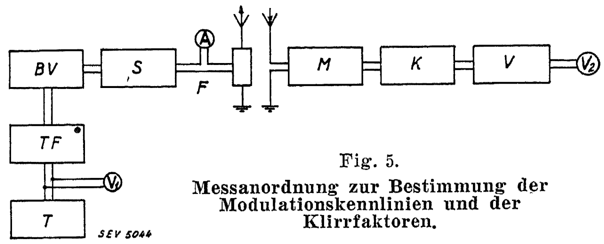


Fig. 5.
Messanordnung zur Bestimmung der Modulationskennlinien und der Klirrfaktoren.

BV B-Verstärker.
S Sender.
F Antennenzuleitung.
M Modulationsmeter, linearer Gleichrichter.
K Klirrfaktormeter.
V NF-Verstärker.
V_1 Voltmeter.
TF Tiefpass-Filter.
V_2 Effektiv-Voltmeter.
T Tongenerator für 400 Per./s.

b) Der Frequenzgang der Modulation wird nach der Schaltung von Fig. 7 dadurch aufgenommen, dass an den Eingang des B-Verstärkers eine konstante Spannung veränderlicher Tonfrequenz angelegt wird, und der jeweilige Modulationsgrad durch Messung des Antennenstromes nach der Heisingmethode bestimmt wird. Die Veränderungen des Modulationsgrades ausgedrückt in Dezibel über der logarithmisch eingeteilten Frequenzaxe aufgetragen, ergeben einen Frequenzgang vom Typus der Fig. 8, der sich innerhalb der miteingetragenen Garantiegrenzen bewegen soll. Als Bezugspunkt mit dem Pegel 0 wird die Frequenz 1000 Per./s gewählt, bei welcher der Modulationsgrad auf 80 % einreguliert wird.

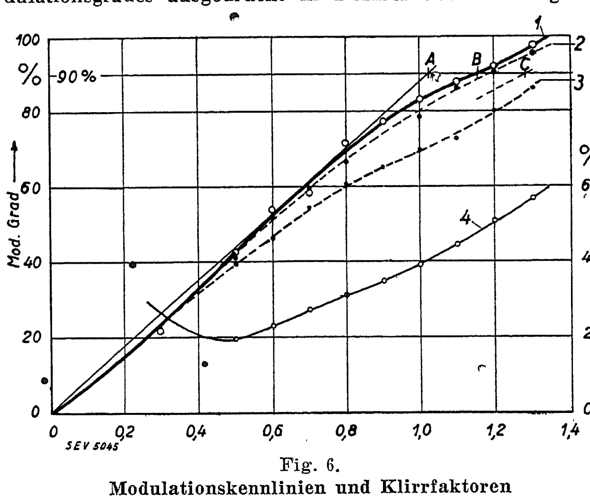


Fig. 6.
Modulationskennlinien und Klirrfaktoren
in Funktion der Eingangsspannung am B-Verstärker.
1 Kurve nach der Heising-Formel.
2, *3* } mit Modulationsmeter gemessen { Pos. Spitzen. / Neg. Spitzen.
4 Klirrfaktor.

c) Man unterscheidet grundsätzlich zwischen niederfrequenter und hochfrequenter Störmodulation; sie entsteht durch Pulsationen der Gleich- und Wechselstromquellen und Entladungsvorgänge aller Art. Infolge dieser kleinen Störungen bleibt die Trägerwelle nicht genau konstant, wird also gewissermassen durch Störungen moduliert. Durch die Störmodulation wird die maximal mögliche Lautstärkedifferenz

zwischen Fortissimo- und Pianissimo-Stellen begrenzt, indem bei maximaler Lautstärke der Sender nicht über 90 % moduliert werden soll und bei den Pianissimostellen die Modulation noch so viel über der Störmodulation liegen soll, dass die Störungen nicht merklich in Erscheinung treten. Die Messung geht so vor sich, dass nach der Schaltung von Fig. 9 der Sender zuerst mit Hilfe eines Tongenerators mit 1000

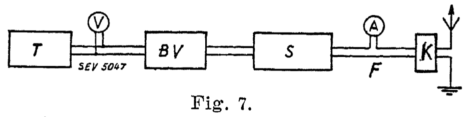


Fig. 7.

Messanordnung zur Bestimmung des Frequenzganges.

T Tongenerator.
V Frequenzgeeichtes Voltmeter.
BV B-Verstärker.
S Sender.
F Antennenzuleitung.
K Antennenankopplung.

Per./s zu 60 bis 80 % moduliert wird. Der Modulationsgrad wird mit dem Modulationsmeter gemessen. Am geeichten Empfänger und Verstärker erzeugt der 1000 Per./s-Ton einen gewissen Ausschlag am Impulsmeter. Hierauf wird der Tongenerator abgeschaltet und der geeichte Verstärker solange nachreguliert, bis das Impulsmeter infolge der Störmodulation wieder denselben Wert anzeigt. Aus der abgeschalteten Dämpfung am Verstärker kann dann der Störmodulations-

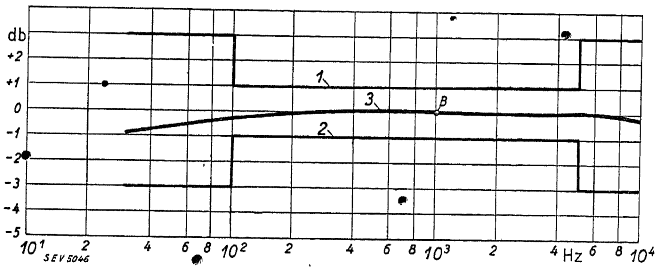


Fig. 8.

Frequenzgang.

1 Obere Garantiegrenze. *3* Gemessener Frequenzgang.
2 Untere Garantiegrenze. *B* Bezugspunkt (1000 Per./s).

grad bezogen auf 1000 Per./s berechnet werden. Die Frequenzzusammensetzung der Störung kann schliesslich noch mit dem Wellen-Analysator untersucht werden.

Der Störmodulationsgrad soll bei modernen Sendern unter 1 ‰ liegen. Bei einer Störmodulation von z. B. 0,045 %

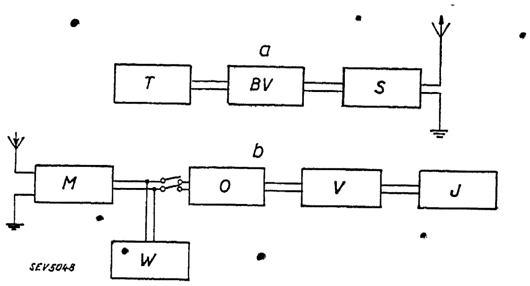


Fig. 9.

Messanordnung zur Untersuchung der Störmodulation.

a Sendeanordnung. *M* Linearer Gleichrichter (Mod.-Meter).
b Messapparatur. *W* Wellen-Analysator.
T Tongenerator. *O* Ohrkurvensieb.
BV B-Verstärker. *V* Geeichter Verstärker.
S Sender. *J* Impuls-Meter.

beträgt der relative Störmodulationsgrad bezogen auf 90 % Modulation 0,05 % = —66 Dezibel. Demgegenüber betragen die maximalen Lautstärkenunterschiede bei einem Sinfoniekonzert etwa 70 Dezibel.

d) Während bei unbesprochenem Sender die Trägerwelle von Ungleichmässigkeiten in der Phase frei bleibt, können bei Modulation nicht bloss Amplituden- und Kurvenform-Verzerrungen der Modulations-Hüllkurve (Modulationskennlinie und Klirrfaktor), sondern auch Phasenverzerrungen der Trägerwelle auftreten. Beim Abhören der Trägerwelle an einem Interferenzton äussern sich diese in einer leichten Beeinflussung der Interferenztonhöhe entsprechend der Modulation, da sich die Phasenverzerrungen auch auf den Interferenzton übertragen. Die Messanordnung von Fig. 10 benützt diesen Zusammenhang und transponiert die Senderfrequenz mit Hilfe eines Meßsenders auf die Frequenz von 500 Per./s. Die ca. 60 %ige Modulation von 50 Per./s des Senders, die die Phasenverzerrungen hervorrufen soll, wird auf der Empfangsseite durch einen Hoch-Pass-Filter wieder ausgesiebt, damit zur Messung nur der reine Interferenzton übrigbleibt. Dieser wird nun mit einem genau konstanten Ton gleicher mittlerer Tonhöhe eines separaten Tongenerators oszillographiert. Auf dem Oszillogramm sind dann die Phasenverzerrungen als wechselnde Differenz zwischen Vergleichs- und Interferenzton direkt in Winkelgraden ablesbar.

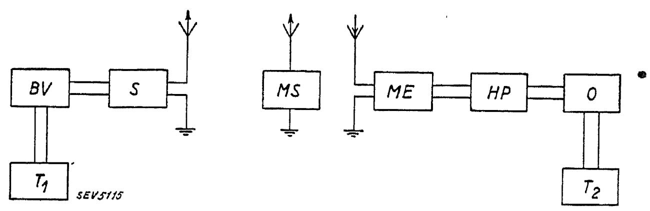


Fig. 10.

Messanordnung zur Untersuchung der Phasenverzerrungen.

T_1 Tongenerator 50 Per./s. *ME* Messempfänger.
BV B-Verstärker. *HP* Hochpassfilter.
S Sender 500 kHz. *O* Oszillograph.
MS Meßsender 500,5 kHz. T_2 Tongenerator 500 Per./s.

Bei den heutigen Sendern, bei denen die Trägerwelle durch einen speziellen Steuer-Oszillator erzeugt wird, der von der Niederfrequenz ganz unbeeinflusst bleibt, sind die Phasenverzerrungen stets vernachlässigbar klein.

4. Frequenzkonstanz.

An die Frequenzkonstanz eines Senders müssen wegen den beschränkten Platzverhältnissen im Wellenraume heute sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Die Garantiebedingungen lassen denn auch Abweichungen von bloss $1 : 10^5$ bis $1 : 10^6$ zu. Bei einer Sendefrequenz von 10^6 Per./s darf diese also im letzten Falle höchstens um ± 1 Per./s schwanken. Zur Messung der Frequenz muss natürlich eine Hilfsfrequenz verwendet werden, deren Schwankungen um ca. eine halbe Grössenordnung kleiner sind. Solche genau konstanten Frequenzen stehen uns in den quarzgesteuerten Oszillatoren des Primärstandards zur Verfügung, bei welchen die Frequenzmessung auf die astronomische Zeitmessung zurückgeführt wird. Die Kontrolle selbst muss sich über einen grösseren Zeitraum von ca. einem Monat erstrecken, damit die maximalen Abweichungen tatsächlich erfasst werden. Die geforderte Konstanz wird von modernen Großsendern im allgemeinen gut eingehalten.

5. Betriebs- und andere Eigenschaften.

Für den Radiohörer ist in erster Linie die Qualität der eigentlichen Emission von Wichtigkeit. Nicht weniger wichtig ist hingegen die Erfüllung gewisser Anforderungen an die Betriebssicherheit, weil von dieser die dauernde Einhaltung der Emissionsqualität in weitgehendem Masse abhängt. Die Garantiebedingungen enthalten deshalb auch hierüber gewisse Vorschriften.

In den elektrischen Kreisen des Senders sollen keine wilden Schwingungen bestehen; der Sender soll auch stabil bleiben, wenn der Steuersender plötzlich zu oder abgeschaltet wird («Statischer Test»). Wichtig ist auch, dass sich bei Erschütterungen der Anlage keine Wackelkontakte bemerkbar machen. Im allgemeinen arbeitet ein Sender stets auf der gleichen, einmal eingestellten Welle. Zu Versuchszwecken

oder bei einer eventuellen Neuregelung der Wellenverteilung kann eine Verlegung der Sendewelle nötig werden. Es soll dann die Möglichkeit bestehen, die Sendefrequenz innerhalb eines gewissen Bereiches beliebig verändern zu können.

Grössere Anforderungen werden sodann namentlich an die maximal zulässige Erwärmung der verschiedenen Teile im Dauerbetrieb gestellt. An keiner Stelle der Anlage darf eine Temperatur auftreten, die mit der Zeit zu einer vorzeitigen Zerstörung führen könnte. Nicht zuletzt muss zum Schutze des Bedienungspersonals und auch kostbarer Anlageteile ein absolut zuverlässiges Arbeiten der Sicherheitsvorrichtungen verlangt werden.

ETH-Vorträge über Fernsehen.

Siehe Seite 21.

Wirtschaftliche Mitteilungen. Communications de nature économique.

Reichsgesetz zur Förderung der Energiewirtschaft.

34 : 621.311(43)

Am 13. Dezember 1935 trat ein deutsches Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft in Kraft, das aus 20 Paragraphen besteht und von einer Begründung begleitet ist.

In der Einleitung zum Gesetz wird dessen Zweck dahin umschrieben, dass es eine einheitliche Führung der Energiewirtschaft anstrebe, um im Interesse des Gemeinwohls die Energiearten wirtschaftlich einzusetzen, den nötigen öffentlichen Einfluss in allen Angelegenheiten der Energieversorgung zu sichern, volkswirtschaftlich schädliche Auswirkungen des Wettbewerbes zu verhindern und einen zweckmässigen Ausgleich durch Verbundwirtschaft zu fördern. Aufgabe der Energiewirtschaftsführung sei eine möglichst wirtschaftliche Produktion, möglichst soziale Verteilung des Produktionsertrages und möglichste Sicherstellung der Energieversorgung.

Energieanlagen im Sinne des Gesetzes sind Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung oder Abgabe von Elektrizität oder Gas. Es wird eine Auskunftspflicht gegenüber der Aufsichtsbehörde begründet. Dazu tritt eine Anzeigepflicht der Unternehmungen vor dem Bau, der Erneuerung, der Erweiterung oder der Stillegung von Energieanlagen. Der Reichswirtschaftsminister kann eingreifen und beanstandete Vorhaben untersagen, wenn Gründe des Gemeinwohls es erfordern. Unternehmungen und Betriebe, die nicht Energieversorgungsunternehmen sind und welche die Versorgung anderer mit Energie aufnehmen, bedürfen der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers. Vor der Errichtung oder Erweiterung einer Energieanlage zur Erzeugung von Elektrizität oder Gas, die zur Deckung des Eigenbedarfs bestimmt ist, hat der betreffende Unternehmer dem Energieversorgungsunternehmen des betreffenden Gebietes Mitteilung zu machen. Das Versorgungsunternehmen soll damit Gelegenheit bekommen, in Verhandlungen einzutreten und zu prüfen, ob es den Unternehmer günstiger beliefern kann. Damit sollen Kapitalfehlleitungen vermieden werden. Diesem Vorverhandlungsrecht des Versorgungsunternehmens wird die allgemeine Anschluss- und Versorgungspflicht gegenübergestellt mit der Verpflichtung zur öffentlichen Bekanntgabe der allgemeinen Bedingungen und Tarifpreise. Diese Pflicht wird für gewisse Fälle eingeschränkt. Selbsterzeuger von Energie können sich nicht auf die allgemeine Anschluss- und Versorgungspflicht berufen, sie können aber Anschluss und Versorgung in dem Umfange und zu Bedingungen verlangen, die dem Energieversorgungsunternehmen wirtschaftlich zugemutet werden können.

Das Gesetz begnügt sich nicht damit, die allgemeine Anschluss- und Versorgungspflicht zu statuieren; es enthält auch Bestimmungen, wonach der Gesetzgeber materiell auf die Versorgungsbestimmungen Einfluss erhält. Durch allgemeine Vorschriften und Einzelanordnungen kann der Reichswirt-

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Novembre 1934	Novembre 1935
1.	Importations . . .	en 10^6 frs	118,4	113,3
	(janvier-novembre)	en 10^6 frs	(1299,3)	(1158,8)
	Exportations . . .	en 10^6 frs	79,9	79,4
	(janvier-novembre)	en 10^6 frs	(764,0)	(745,7)
2.	Marché du travail: demandes de places		1139	1340
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	129	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	89	93
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)	43 (87)	38 (76)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	6,15 (125)	6,07 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .		350	238
	(janvier-novembre)		(8083)	(4702)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1376	1323
	Autres engagements à vue	10^6 frs	642	337
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1927	1396
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %		95,49	84,13
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		109	85
	Actions		110	98
	Actions industrielles . . .		148	166
8.	Faillites		100	89
	(janvier-novembre)		(899)	(869)
	Concordats		44	35
	(janvier-novembre)		(343)	(368)
9.	Statistique hôtelière:			
	Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		22,5	20,1
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 3me trimestre 1934	Pour le 3me trimestre 1935
	Marchandises	en 1000 frs	57 425	52 613
	(janvier-octobre)	en 1000 frs	(161 570)	(146 664)
	Voyageurs	en 1000 frs	65 193	62 354
	(janvier-octobre)	en 1000 frs	(172 097)	(161 089)

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Déc.	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	39/10/0	39/15/0	31/15/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	219/10/0	224/10/0	228/5/0
Zinc	Lst./1016 kg	15/2/6	16/3/9	11/12/6
Plomb	Lst./1016 kg	16/17/6	17/17/6	10/5/0
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	35.70	35.70	35.20
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	32.—	32.—	32.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	51.—	51.—	52.50
Briquettes (Union) .	fr. s./t	36.50	36.50	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne).	fr. s./t	75.—	75.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	125.50
Caoutchouc brut . .	d/lb	$6\,^5/_{16}$	$6\,^5/_{16}$	$6\,^3/_8$

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

schaftsminister die allgemeinen Bedingungen und Tarifpreise der Versorgungsunternehmer sowie die Energieeinkaufspreise der Energieverteiler wirtschaftlich gestalten. Zu dem Gebiet der Einflussnahme auf die Tarife gehört auch die Ermächtigung zum Erlass von Vorschriften über Wegbenützungsgebühren.

Wenn sich ein Energieversorgungsunternehmen ausserstande zeigt, seine Aufgaben und Pflichten zu erfüllen, kann ihm der Betrieb untersagt werden. Der Reichswirtschaftsminister kann ein anderes Unternehmen mit der Uebernahme der Versorgungsaufgaben betrauen. Dem Untersagen des Geschäftsbetriebes geht ein Untersagungsverfahren voraus. Der Reichswirtschaftsminister wird von einem solchen Rechte nur Gebrauch machen, wenn alle anderen Möglichkeiten zur Besserung der Verhältnisse bei dem Unternehmen erschöpft sind. Es wird in der Begründung auf die englische und französische Gesetzgebung verwiesen.

Die Einfuhr von Elektrizität oder Gas auf festen Leitungswegen sowie der Abschluss von Verträgen hierüber bedürfen der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers. Der Reichswirtschaftsminister entscheidet auch darüber, ob dem Versorgungsunternehmen das Recht der Enteignung gegeben werden soll.

Zur Sicherstellung der Landesverteidigung wird dem Reichswirtschaftsminister das allgemeine Recht gegeben, Vorschriften und Anordnungen über die Erhaltung vorhandener und die Errichtung zusätzlicher Energieanlagen zu erlassen. Der Minister erlässt auch Vorschriften und Anordnungen über die technische Beschaffenheit, die Betriebssicherheit, die Installation von Energieanlagen und von Energieverbrauchsgeräten sowie deren Ueberwachung.

Zur Vorbereitung der Entscheidungen und Anordnungen aus diesem Gesetz kann der Reichswirtschaftsminister den Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft [1]) mit Aufträgen versehen. Es soll der Aufbau eines bureaukratischen Verwaltungsapparates unbedingt vermieden und die Handhabung des Gesetzes so beweglich als möglich gestaltet werden. Das Gesetz geht davon aus, dass die energiewirtschaftlichen Unternehmen in erster Linie selbst dazu berufen seien, die Aufgaben des Gesetzes aus eigener Kraft zu lösen. Der Reichswirtschaftsminister will sich, wie die Begründung ausführt, grundsätzlich darauf beschränken, nur da einzugreifen, wo die Wirtschaft die gestellte Aufgabe nicht zu meistern vermag. Aus diesem Grunde sei die Stillegung und der Bau der Energieanlagen nicht genehmigungspflichtig gemacht worden, sondern es werde nur ein Untersagungsrecht vorbehalten.

Mit dem neuen deutschen Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft werden, wie die Begründung hervorhebt, keinerlei Sozialisierungstendenzen verfolgt. Das Gesetz betr. die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 31. Dez. 1919 wird in seinen Gedanken ausdrücklich abgelehnt, es wird ausser Kraft gesetzt. «Es komme auf die Erfüllung der wirtschaftlichen Funktionen im Interesse des Volkes an, nicht auf die Ueberführung des privaten Kapitals in den Staatsbesitz.» Das ergibt sich besonders deutlich aus der Bestimmung, dass bei Enteignung eines Unternehmens, das bisher mit mindestens 50 % der öffentlichen Hand gehörte, auf Wunsch die Entschädigung in Form einer Beteiligung an dem Unternehmen erfolgen kann, zu dessen Gunsten die Enteignung stattfindet. *Härry.*

[1]) Vgl. Bull. SEV 1934, S. 421.

Miscellanea.

In memoriam.

Antony Roche † L'ASE perd en la personne de Monsieur A. Roche, décédé le 22 juin 1935, après une longue maladie, un membre fidèle qui en a fait partie durant 34 ans. En hommage à sa mémoire, nous reproduisons ici en partie les paroles prononcées aux obsèques par le Président de la Compagnie Genevoise des Tramways Electriques:

«Le rôle qu'a rempli M. Roche dans le développement de la CGTE est d'une importance telle qu'on ne saurait en peu d'instants en retracer toute l'étendue. Je me bornerai donc à citer les faits principaux de cette carrière si bien remplie, notamment au cours des trente-trois années que M. Roche a consacrées à notre entreprise.

Au sortir des études, M. Roche fit ses débuts à la Compagnie de l'Industrie Electrique et Mécanique, actuellement Ateliers de Sécheron, où il devint rapidement chef de la division des devis et projets. En 1902, M. Laval, alors administrateur-délégué de la CGTE, engagea M. Roche comme chef de traction dans l'état-major de la nouvelle compagnie constituée pour exploiter le nouveau réseau qui venait d'être construit et réuni aux lignes des anciennes compagnies: «Tramways suisses» et «Voie étroite».

Dès son entrée à la CGTE, M. Roche fut aux prises avec les difficultés particulières inhérentes à l'exploitation d'un vaste réseau à traction électrique et à vapeur. Des difficultés d'un autre ordre, non moins délicat, attendaient M. Roche. Ce fut la grève de 1902, puis la formation du nouveau personnel et l'amélioration constante des qualités professionnelles des wattmen, etc. En 1906, M. Roche acheva avec succès l'électrification du réseau par la transformation du service des marchandises. Ce fut à M. Roche qu'incomba la charge de l'achat du matériel, de l'entretien et de la modernisation de celui-ci. Ses connaissances techniques et économiques étaient telles qu'en 1925, alors que le renouvellement de certaines séries de voitures devenait nécessaire, M. Roche, au lieu d'entraîner la Compagnie dans des dépenses très lourdes pour achat de matériel neuf, proposa de reconstruire dans nos propres ateliers les voitures dont la mise hors de service s'imposait. La Compagnie, confiante dans les hautes capacités de M. Roche, donna suite à ses suggestions et c'est ainsi qu'il assuma seul la responsabilité de cette importante opération. Dès lors, le public genevois put apprécier de nombreuses voitures



Antony Roche
1862 à 1935

sortant de nos ateliers, conçues par M. Roche et exécutées sous sa direction. Soucieux d'améliorer les conditions du travail dans nos ateliers, M. Roche établit un plan de modernisation qu'il exécuta ensuite et qui constitua une grande amélioration tant de nos installations techniques que des conditions de travail de notre personnel.

M. Roche était doué d'une puissance de travail extraordinaire; il ne connaissait plus d'horaire lorsqu'il s'agis-

sait d'intervenir personnellement en cas d'accident, ou pour des essais sur un point quelconque du réseau. On le rencontrait là où se trouvaient les difficultés. Il payait toujours de sa personne. C'est ainsi, par exemple, qu'ayant créé les appareils que nous utilisons pour l'enlèvement des neiges sur nos lignes de banlieue, il tint à en faire lui-même la mise au point, ce qui lui coûta d'innombrables nuits passées à la bise et au froid. Lorsque nous changeâmes le système de prise de courant, on put voir M. Roche suivre jour et nuit les travaux en cours.

M. Roche s'était imposé à tous par ses connaissances étendues, son savoir-faire parfait et sa probité; aussi le Conseil d'administration et la Direction de la Compagnie décidèrent-ils, en 1930, de donner à M. Roche le titre d'ingénieur en chef de la CGTE.

Tous ceux qui ont eu affaire avec M. Roche sont unanimes à reconnaître qu'à côté de ses connaissances étendues et de sa longue expérience, il avait le don des décisions judicieuses et claires, et possédait à un très haut degré une délicatesse de sentiments et une distinction de manières qui donnaient à sa personne un charme auquel on ne pouvait rester insensible. Les questions les plus difficiles et souvent délicates étaient aisées à résoudre lorsque c'était avec un homme de cette trempe qu'il fallait discuter. L'Administration, la Direction et tout le personnel de la Compagnie perdent en M. Roche un collaborateur et un chef unanimement regretté et qui avait su inspirer des sentiments de confiance et d'estime à toutes les personnes et les administrations publiques avec lesquelles il était en relations.

Sous une apparente attitude réservée, avec son caractère ferme et droit, M. Roche cachait une grande élévation de sentiments et un cœur d'or qui lui avait conquis de nombreuses sympathies et des affections réelles.

Le chagrin que nous éprouvons de la perte de cet homme excellent, nous permet de mesurer l'étendue de la douleur de ses proches et de ses amis.

Nous garderons de M. Roche un souvenir ému et reconnaissant et nous prions sa famille de croire à nos sentiments de plus profonde et respectueuse sympathie.»

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Kurz vor Redaktionsschluss erfahren wir, dass in der letzten Zeit zwei Jubilaren-Mitglieder des SEV vom Gründungsjahr 1889 das 75. Lebensjahr vollendet haben. Es sind das die Herren Dr. h. c. *Emil Bitterli*, Ehrenmitglied des SEV seit 1911, administrateur délégué de la Compagnie générale d'Electricité in Paris, geb. am 20. November 1860, und *Friedr. Eckinger*, Direktor der Elektra Birseck und der Birseckbahn in Dornachbrugg, geb. am 5. Januar 1861. Nachdem es uns zu unserem lebhaften Bedauern entgangen ist, diesen beiden um die Entwicklung der Elektrotechnik und deren Anwendungen sehr verdienten Mitgliedern des SEV schon zu ihrem Eintritt in das achte Lebensdezennium zu gratulieren, möchten wir doch heute ihnen zum Eintritt ins vierte Jahrhundertviertel unsere herzlichsten Glückwünsche darbringen. Dabei geben wir unserer grossen Genugtuung Ausdruck, die beiden schweizerischen Pioniere der Elektrotechnik immer noch in bestem Befinden und bei voller Berufstätigkeit zu wissen. Wir entbieten ihnen dazu die herzlichen Glückwünsche des SEV, des VSE und aller ihrer weiteren Freunde und Bekannten, und danken ihnen für ihre bisher geleistete grosse Lebensarbeit. Möge es ihnen vergönnt sein, auch ferner sich guter Gesundheit zu erfreuen und zu Nutz und Frommen ihrer Familien und der Allgemeinheit der ihnen lieb gewordenen Arbeit weiterhin obzuliegen.

F. L.

—

Service de l'Electricité de Genève. Nous venons d'apprendre que le Conseil d'Administration des Services industriels de Genève a nommé M. *Jean Pronier* directeur et M. *Marcel Roesgen* sous-directeur intérimaire du Service de l'Electricité de Genève, avec entrée en fonction le 1er janvier 1936. M. Pronier et M. Roesgen sont des collaborateurs très actifs et très appréciés de l'ASE et de l'UCS, le premier comme membre du Comité de l'ASE et délégué pour la Station d'Etalonnage (jusqu'à fin 1935 il était membre en outre de la Commission des normes), le second principalement comme président d'une sous-commission importante de la commission des perturbations radioélectriques de l'ASE et de l'UCS.

—

Escher Wyss. Einem in der Tagespresse erschienenen Bericht über den Stand der Liquidation der A.-G. der Maschinenfabriken Escher Wyss & Cie., Zürich und Ravensburg, entnehmen wir, dass die Stadt Zürich für die Zürcher Fabrikanlagen und die Eidg. Bank (für Rechnung der neuen Betriebsgesellschaft, der Escher Wyss Maschinenfabriken A.-G., welche die Fabriken gepachtet hat und den Betrieb bisher aufrecht erhielt) für die in diesen Fabrikanlagen befindlichen Maschinen zusammen 2 250 000 Fr. bieten. Damit soll der Fortbetrieb der weltbekannten Unternehmung gesichert werden.

Ausserdem bietet die Stadt Brugg für das

Kraftwerk Bremgarten, das zur Liquidationsmasse gehört und dessen Schätzungswert 1931 1,4 Mill. Fr. betrug, 860 000 Fr., mit Uebernahme am 1. Oktober 1936.

Wenn bis zum 7. Januar 1936 keine günstigeren Offerten eingegangen sind, so werden voraussichtlich die zur Liquidation auf dieser Basis nötigen Schritte eingeleitet. (Vor Druckbeginn dieser Nummer wird bekannt, dass neben der Stadt Zürich auch die Obligationäre sich für den Erwerb der Liegenschaften interessieren.)

Kleine Mitteilungen.

Célébration du cinquantenaire des expériences de Marcel Deprez et des travaux de Lucien Gaulard (1885 à 1935). A l'occasion du cinquantenaire des expériences de Marcel Deprez qui avait démontré la possibilité de transmettre électriquement à des distances d'environ 50 km, entre Creil et Paris, une puissance de l'ordre de 50 à 100 ch, expériences qui commencèrent à la fin de l'année 1885, la Société Française des Electriciens a organisé, le 30 novembre 1935, une manifestation au Conservatoire national des Arts et Métiers, établissement auquel Marcel Deprez fut attaché comme professeur, dès 1890, date de la création de la chaire d'électricité industrielle. La Société Française des Electriciens décida d'associer au nom de Marcel Deprez celui d'un autre pionnier français de l'Electrotechnique, savoir Lucien Gaulard, premier réalisateur du transformateur statique, qu'il avait pu montrer en fonctionnement à l'exposition internationale de Turin, en 1884. Marcel Deprez, pionnier du courant continu, Lucien Gaulard, pionnier du courant alternatif, devaient se retrouver unis dans le sentiment d'admiration et de gratitude qu'a tenu leur exprimer la Société Française des Electriciens.

La séance solennelle eut lieu en présence de M. Albert Lebrun, Président de la République française, sous la présidence de M. Louis Marin, ministre d'Etat, et en présence de représentants de nombreuses sociétés amies de l'étranger. L'ASE, l'UCS et le CES furent représentés par M. E. Bitterli, membre d'honneur de l'ASE.

La Revue générale de l'Electricité du 21 décembre 1935, numéro spécial voué à ce cinquantenaire, contient un compte-rendu détaillé de cette magnifique cérémonie et du banquet; nous en reproduisons l'allocution de notre délégué, M. E. Bitterli, qui s'exprima ainsi:

«Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

L'Association Suisse des Electriciens, l'Union des Centrales Suisses d'Electricité et le Comité Electrotechnique Suisse m'ont chargé de vous remercier de l'honneur que vous leur avez fait en les invitant à participer à la célébration du cinquantenaire des expériences de Marcel Deprez et des travaux de Lucien Gaulard. C'est avec émotion que je m'acquitte de cette mission car elle me rappelle le jour où, en 1884, le Professeur Galileo Ferraris m'a conduit à l'Exposition Internationale de Turin. C'est là, devant les «Générateurs Secondaires» que Galileo Ferraris, enthousiasmé par la géniale réalisation de Gaulard, m'a fait part dans un raccourci saisissant de ses vues sur la signification de cette réalisation pour le transport et la distribution de l'énergie élec-

trique. Souvenir émouvant, associant les deux noms de Lucien Gaulard et de Galileo Ferraris!

L'activité créatrice des grandes maisons de construction de matériel électrique fut, à partir de cette époque, à la base du développement de l'électricité industrielle et il est incontestable que l'impulsion donnée par les travaux de Marcel Deprez et de Lucien Gaulard a, particulièrement hors de France, stimulé maint chercheur.

Aussi de nombreux groupements scientifiques et industriels étrangers ont répondu avec empressement à votre appel pour commémorer avec vous le souvenir de ces deux grands Français. Leurs délégués ici présents me chargent de vous remercier chaleureusement de votre invitation.

Je ne veux pas vous fatiguer avec l'énumération de ceux au nom desquels je parle, votre Président les a d'ailleurs déjà nommés dans les paroles de bienvenue qu'il nous a adressées. Toutefois, je ferai une exception pour nos amis d'Italie qui voudraient vous dire qu'ils conservent pieusement le souvenir du passage de Lucien Gaulard à Turin. Ils rappellent avec reconnaissance que l'origine des travaux de leur génial Galileo Ferraris aboutissant à la découverte du champ tournant se trouve dans les études et essais que Galileo Ferraris a pu faire à l'exposition de Turin sur les «Générateurs Secondaires Gaulard». Ils sont fiers que le premier transport d'énergie électrique à courant alternatif ait été réalisé chez eux entre Turin et Lanzo, couvrant une distance d'environ 30 kilomètres, à une tension de 2000 volts et 100 périodes par seconde.

Au nom de tous les groupements étranger présents ici ce soir, je vous renouvelle nos sentiments d'admiration pour les grands hommes d'action, Marcel Deprez et Lucien Gaulard, dont vous commémorez le cinquantenaire de leurs travaux.

En quittant tout à l'heure nos amis, les électriciens français, nous emporterons avec nous la pensée réconfortante d'avoir assisté à une belle manifestation consacrée au souvenir de conquêtes de l'esprit, conquêtes qui ne connnaissent que des vainqueurs et pas de vaincus.»

Nous ajoutons encore, à l'intention de ceux qui s'intéressent à l'histoire de l'électrotechnique, que ledit numéro spécial de la Revue générale de l'Electricité contient encore les articles suivants:

Marcel Deprez et les origines de l'électrotechnique, par Ad. Curchod;

Une page d'histoire: Marcel Deprez, d'après Joseph Bertrand;

Comptes-rendus des expériences officielles de transmission d'énergie électrique effectuées par Marcel Deprez;

Bibliographie des travaux et expériences de Marcel Deprez jusqu'à la fin de 1885;

Récompenses et distinctions honorifiques décernées à Marcel Deprez;

La vie et l'œuvre de Lucien Gaulard, réalisateur du premier transformateur à courant alternatif, par J. Bethenod.

Kolloquium über technische Physik und elektrische Nachrichtentechnik.

Eidg. Physikgebäude, Gloriastr. 35, Hörsaal 6 c, 20 Uhr 15.

Probleme des Fernsehens.

1. Freitag, den 17. Januar 1936:
   F. Fischer: Dachvortrag. — Geschichtliche Entwicklung. Technische Problemstellung. Wirtschaftlicher Ausblick.
2. Freitag, den 31. Januar:
   F. Tank: Fragen der Emission und Ausbreitung der Ultrakurzwellen. — Generatoren. Sendeantennen-Systeme. Reichweiten. Feldstärkemessungen.
3. Freitag, den 14. Februar:
   E. Baumann: Das Hochfrequenzkabel. — Theorie. Berechnungsweise. Skineffekt. Dämpfung. Messverfahren.
4. Freitag, den 28. Februar:
   G. Guanella: Verstärker. — Breitbandverstärker. Modulations- und Demodulations-Schaltungen.

Als Fortsetzung sind im Laufe des Sommersemesters folgende Vorträge vorgesehen, deren Referenten und genaues Datum später bekanntgegeben werden:

5. Bildauflösung. — Ikonoskop. Abtastverfahren. Fragen der Photozellen.
6. Bildzusammensetzung. — Spiegelrad. Braunsche Röhre. Fragen der Fluoreszenz.
7. Synchronisierung. — Schaltungen. Theorie.
8. Auswirkung von Verzerrungen. — Amplituden- und Phasen-Verzerrungen. Physiologische Wirkungen.
9. Hochfrequenz-Messmethoden und Messgeräte.

Fischer. Forrer. Tank.

Literatur. — Bibliographie.

657 : 621.311 *Nr. 1158*

Comptabilité à résultats mensuels d'une Société de Distribution d'énergie électrique. Par *Marius Dubouloz.* 150 p., 16,5×25 cm. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6e), 1930.

Cette étude traite de l'organisation de la comptabilité d'une société de distribution d'énergie électrique n'ayant pas de production propre. Dans la méthode décrite, même les recettes et les frais qui autrement ne se présenteraient pas tous les mois, tels que loyers, impôts, assurances, amortissements, sont également répartis mensuellement à l'aide de tableaux analytiques et de comptes transitoires; on obtient ainsi des bilans mensuels tout à fait complets. Le plan comptable comprend dix chapitres subdivisés méthodiquement par la classification décimale, permettant de l'appliquer avec souplesse à tous les besoins et facilitant l'établissement rapide de statistiques comptables très étendues. La législation des distributions d'énergie électrique en France est dûment prise en considération; la solution des problèmes posés par les prescriptions d'Etat ne manquera pas d'intéresser même les lecteurs domiciliés hors de France. L'auteur montre de quelle manière les frais doivent être intégralement répartis sur les différentes branches de l'exploitation afin d'obtenir le rendement net mensuel de chaque branche. L'auteur s'occupe également, en détail, d'une organisation parfaite de la distribution d'énergie, du système d'encaissement et il n'oublie pas d'expliquer les avantages des machines à adresser, à facturer, à calculer etc. pour les importants services des quittances en général et de la statistique en particulier. La comptabilité et les contrôles nécessaires concernant l'extension du réseau ainsi que les installations particulières et les compteurs, font l'objet d'explications très détaillées. Il en est de même pour les calculs des prix de revient individuels et totaux. Les formulaires et les livres sont représentés, pour autant qu'il est nécessaire, par 27 figures. Cette étude, de 150 pages, est remarquable par sa manière complète et claire de traiter la matière, sans oublier les cas spéciaux; elle accuse le praticien expérimenté et maint lecteur y trouvera des suggestions utiles. *A. Ritzmann.*

621.311.23 : 621.311.153 *Nr. 633*

Dieselmotoren in der Elektrizitätswirtschaft, insbesondere für Spitzendeckung. Von *M. Gercke,* Augsburg. 92 S., 16 × 24 cm, 19 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin, 1932. Preis: RM. 6.—.

In knapper Darstellung gibt der Verfasser einen allgemein verständlichen Ueberblick über die Anwendung der Dieselmotoren in der Elektrizitätswirtschaft, wo sie als Spitzen- und Reservemaschinen angewendet werden können. Die gründlichen Wirtschaftlichkeitsrechnungen stellen auf deutsche Verhältnisse ab; sie gelten deshalb nicht ohne weiteres für schweizerische Verhältnisse. Zum Vergleich werden

in der Hauptsache Dampfkraftwerke herangezogen, deren Betrieb sich wesentlich von demjenigen unserer Wasserkraftanlagen unterscheidet. Das Buch ist natürlich trotzdem auch für Schweizer sehr interessant und wert, einem näheren Studium unterzogen zu werden. Von besonderem Interesse für die Inhaber von Dieselmotoren dürften die Kapitel über Betriebserfahrungen mit den verschiedenen Oelqualitäten sowie über die Abwärmeverwertung sein. *Mo.*

621.3(06)(44) *Nr. 1184*

Annuaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Construction du matériel électrique, entreprise et installation, production et distribution de l'énergie et traction électrique. 1400 p., A5. (Edition 1935—1936.) En vente chez l'USE, 54, Avenue Marceau, Paris (8e). Prix 50 fr. fr. (frais de port en sus).

Cet ouvrage contient:

— des notices sur les Syndicats de l'Electricité, les groupements professionnels ou techniques les plus importants, les ministères, les grandes administrations, les écoles d'électricité.

— la législation concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs de l'industrie électrique ainsi que les publications pour la prévention des accidents causés par l'électricité et éditées par l'Union des Syndicats de l'Electricité et divers groupements.

— des renseignements sur l'organisation du commerce extérieur de la France, la législation douanière, le tableau des droits d'entrée du matériel électrique, etc. ...

— des renseignements statistiques divers sur l'industrie électrique,

— des notices détaillées sur les principales maisons et sociétés françaises appartenant à l'industrie électrique.

— enfin, un répertoire alphabétique des noms des personnalités les plus notables de l'industrie électrique.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Prises de courant.

A partir du 1er septembre 1935.

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen/Bâle.*

Marque de fabrique:

Prises de courant murales bipolaires pour 250 V, 6 A.
Emploi: sur crépi dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en résine artificielle moulée, brune ou blanche (w).
Type No. 500, 500w: exécution normale, pour fiches avec tiges de 4 mm, resp. 4 et 5 mm.

Owo-Presswerk A.-G., Mümliswil.

Marque de fabrique:

Fiches pour 250 V, 6 A.
Emploi: dans locaux secs.
Exécution: tiges en laiton nu; corps de la fiche en résine artificielle moulée, noire.
No. 711/S, exécution spéciale, avec une tige de 4 et une tiges de 5 mm.

Société Anonyme des produits électrotechniques Siemens, Dépt. Siemens-Schuckert, Zurich (Repr. de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique:

Fiche bipolaire pour 42 V, 6 A.
Emploi: dans locaux secs.
Exécution: tiges en laiton nickelé; corps de la fiche en résine artificielle moulée, brune.
No. St k 6/2: exécution spéciale (utilisation seulement avec les transformateurs pour lampes à main Siemens).

Prises de courant murales bipolaires pour 250 V, 6 A.
Emploi: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. D 10/2 nw: exécution normale, pour fiches avec tiges de 4 mm resp. 4 et 5 mm.

A partir du 15 septembre 1935.

La firme *Adolf Feller S. A.*, Fabrique d'appareils électriques, *Horgen.*

Marque de fabrique:

Prises de courant murales, bipolaires, pour 250 V, 6 A.
Emploi: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en métal, en résine artificielle moulée ou en verre.
No. 7219: exécution normale, pour fiche avec tiges de 4 mm.

A partir du 1er décembre 1935.

Prises de courant mobiles 2 P + T 250 V, 6 A.
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps en résine artificielle moulée, noire.
No. 1203: exécution spéciale pour fiche avec une tige ronde de 5 mm et une tige plate de 2,5 × 7 mm.

Interrupteurs.

A partir du 1er décembre 1935.

La firme *Spälti fils & Cie*, Ateliers électromécaniques, *Zurich.*

Marque de fabrique: Plaquette de firme.

Interrupteurs sous coffret pour locaux secs, resp. mouillés.
Exécution: coffret en fonte avec plaque de base de l'interrupteur en papier durci. L'interrupteur peut être livré avec ampèremètre monté.
Type E 5: commutateur étoile-triangle pour 500 V, 35 A, avec 3 coupe-circuit shuntés au démarrage.

A partir du 15 décembre 1935.

Elektro-Norm S. A., Zurich (Repr. de la firme Ernst Maté, elektrotechn. Fabrik, Vienne).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée, brune (Bb) ou blanche (Bw).
No. 23 Bb, ..Bw: inverseur unipolaire, schéma III (socle bas).

No. 33 Bb, ..Bw: inverseur unipolaire, schéma III (socle haut).

Conducteurs isolés.

A partir du 1er décembre 1935.

La firme *J. Hollenweger & Cie, Zofingue.*

Fil distinctif de firme: rouge.

Cordons ronds RS, cond. multiple, fil toronné, 0,75 et 1 mm^2 (construction selon le § 22 des normes de l'ASE pour conducteurs isolés).

Cordons ronds RS, élastiques, cond. double et triple, fil toronné, 0,75 et 1 mm^2, exécution spéciale (construction selon le § 22 des normes de l'ASE pour conducteurs isolés).

Boîtes de dérivation.

A partir du 15 décembre 1935.

La firme *A. Grossauer,* Fabrication d'articles électriques, *St-Gall-W.*

Marque de fabrique: AGRO

Boîtes de dérivation ordinaires pour 500 V, 20 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: coffret en tôle et porte-bornes en matière céramique: 7 bornes au maximum.
Type No. 255 (grandeur: 105 × 130 mm).

Coupe-circuit.

A partir du 15 décembre 1935.

La firme *Busovis S. A.,* Fabrique d'articles électriques, *Binningen/Bâle.*

Marque de fabrique: STAG

Tête à vis pour coupe-circuit de 500 V (système D).
Exécution: douille filetée en cuivre nickelé; ressort en laiton nickelé; tête en porcelaine.
Filetage: E 27.

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 1er décembre 1935.

La firme *Hans Gloor,* elektrische Apparate und Transformatoren, *Zurich-Oerlikon.*

Marque de fabrique: plaquette de firme.

Transformateurs à basse tension.
Utilisation: fixes, dans locaux secs.
Exécution: monophasés, résistants aux courts-circuits; classe Ia, type B 1, 30 VA; boîtier en résine artificielle moulée.
Tensions: primaire 220 V;
secondaire 8, 12, 20 V.

Résiliation du droit à la marque de qualité de l'ASE.

La firme

T. Guldimann,
Schraubenfabrik «Auverna», Horriwil,

renonce dès le 1er janvier 1936 au contrat concernant le droit à la marque de qualité de l'ASE pour

Boîtes de dérivation.

A partir de cette date, la firme ci-dessus n'a plus le droit de mettre en vente les boîtes de dérivation portant la

marque de fabrique AUVERNA

munies de la marque de qualité de l'ASE.

La firme

Walter O. M. Schröder,
Elektrotechnik-Industriebedarf, Thalwil-Zürich,
Représentant de ENN-Werke, Nürnberg,

renonce dès le 1er janvier 1936 au contrat concernant le droit à la marque de qualité de l'ASE pour

Transformateurs de faible puissance.

A partir de cette date, la firme ci-dessus n'a plus le droit de mettre en vente les transformateurs de faible puissance fabriqués par ENN-Werke, Nürnberg, et portant la

marque

munis de la marque de qualité de l'ASE.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Φ

Sur la base des épreuves d'admission prescrites par le § 7 des «Conditions techniques pour lampes électriques à incandescence» (voir Bull. ASE 1935, No. 20, p. 578), subies avec succès, le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé aux firmes mentionnées ci-dessous, à partir du 1er janvier 1936, pour les

lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, étalonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 1000 heures.

Flux lumineux nominal: 15, 25, 40, 65, 100, 125, 150, 200 Dlm.
Tensions nominales: entre 110 et 250 V.
Genre d'exécution: forme de poire, dépolies intérieurement, culot Edison ou à baïonnette.

«Osram» Osram S. A., Zurich.
«Philips» Lampes-Philips Société Anonyme, Zurich.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 20 décembre 1935 est décédé après une courte maladie, à l'âge de 59 ans, Monsieur *Ernest Weber-Dittli,* chef de la maison E. Weber, fabrication d'articles électrotechniques, Lucerne, membre collectif de l'ASE. Nous présentons à la famille en deuil nos plus sincères condoléances.

Un article nécrologique complétera ces données sommaires.

Comité de l'ASE.

Le 13 décembre, le comité a eu à procéder à une série de nominations, en particulier pour remplacer le regretté Monsieur Sulzberger. Monsieur Zaruski, directeur, St-Gall, fut nommé vice-président de l'ASE; Monsieur Engler, directeur à Baden représentera dès maintenant l'ASE au sein du comité de direction. Au Comité Electrotechnique Suisse, Monsieur F. Largiadèr, ingénieur, Erlenbach, remplace Monsieur Sulzberger et Monsieur W. Bänninger, ingénieur au secrétariat général, succède à Monsieur Largiadèr comme secrétaire dudit Comité. A la commission de la Fondation Denzler, Monsieur Ernst, ingénieur, Zurich-Oerlikon, comble le vide causé par le départ de M. Sulzberger, et Monsieur Habich, ingénieur aux CFF, Berne, est désigné comme délégué de l'ASE à la commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique. Au Comité national suisse de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension, Monsieur Perrochet, directeur, qui s'est retiré de la présidence après de longues années, est remplacé par Monsieur Juillard, professeur à Lausanne;

Monsieur Perrochet reste encore membre de ce comité. Le comité prend acte de la démission de Monsieur Dutoit, Olten, comme membre de ce comité, en le remerciant de sa précieuse collaboration, sans toutefois lui désigner un successeur. La commission temporaire pour les questions d'enseignement est dissoute. — A propos de l'action en faveur des «stagiaires» (échange d'ingénieurs et de techniciens avec l'étranger), accueillie avec beaucoup de sympathie à l'assemblée générale du 8 septembre, le comité prend acte de l'appui réjouissant accordé par l'industrie, les centrales et les associations professionnelles suisses, ce qui a permi de trouver un beau nombre de places pour des stagiaires étrangers. Malheureusement, l'action n'a pas été menée avec la même intensité dans les pays entrant en considération, de sorte que, jusqu'à présent, un échange régulier n'a pas encore pu avoir lieu. Cependant, on peut s'attendre à quelques offres de place à l'étranger au printemps 1936, grâce aux efforts infatigables de l'instigateur, Monsieur Weber, Baden. Malgré les échecs subis jusqu'à présent, le comité chargea le secrétariat de continuer à examiner les possibilités d'étendre l'action à d'autres pays (outre la France et la Belgique, aussi à l'Italie, la Grande-Bretagne, etc.). — Après avoir entendu un rapport sur l'état des transformations de l'immeuble, le comité procéda à une visite des nouveaux locaux.

Comité de l'UCS.

Dans sa séance du 12 décembre 1935, le comité examina attentivement la question de la protection des usines électriques contre les attaques aériennes et terrestres en cas de guerre; Monsieur Leuch, ingénieur, Zurich, rapporta sur les études entreprises par un groupe de délégués de centrales membres de l'UCS, par la commission fédérale des installations électriques et par les autorités militaires. Le comité institua ensuite une nouvelle «commission de l'UCS pour les questions de défense nationale» et en nomma Monsieur Leuch président. — En matière de déparasitage, le comité prit acte du projet des PTT intitulé «Dispositions relatives au côté juridique de la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques et à la répartition des frais de déparasitage», et chargea le secrétariat d'étudier la question en collaboration avec l'ASE et de soumettre le projet à une commission spéciale composée de juristes et de techniciens. — A la demande d'une centrale, s'il y avait lieu d'entreprendre des démarches pour réduire le nombre des installateurs concessionnés, le comité répondit négativement; par contre, il décida de recommander aux centrales de n'accorder si possible à l'avenir la concession qu'à des installateurs ayant subi avec succès l'examen de maîtrise. — Le comité confirma ensuite dans leurs fonctions les membres des commissions permanentes de l'UCS pour une nouvelle période de trois ans. Monsieur Nicole, Lausanne, ayant donné sa démission de la commission des tarifs, et Monsieur Dénéréaz, Blonay, de la commission pour les questions de personnel, le comité prit acte de ces deux démissions avec remerciements pour les services rendus pendant de nombreuses années, et désigna comme membre de la commission des tarifs Monsieur Abrezol, Cie. Vaudoise, Lausanne et, comme membre de la commission pour les questions de personnel, Monsieur L. Mercanton, Société Romande d'Electricité, Clarens. La commission temporaire pour la loi sur l'expropriation est dissoute, les questions se rapportant à ce sujet pouvant être soumise à la nouvelle «Commission pour les questions d'ordre juridique» à créer de concert avec l'ASE.

Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS.

Dans sa séance du 13 décembre 1935, la commission d'administration approuva les «Dispositions complémentaires aux normes de l'ASE pour interrupteurs, concernant les interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou à déclenchement à distance par commande électrique et pour contacteurs», les «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs automatiques pour installations intérieures (disjoncteurs)», les modifications aux normes pour transformateurs de faible puissance et la prolongation du délai d'introduction pour celles-ci, des modifications aux normes pour prises de courant et à celles pour conducteurs isolés, ainsi que des compléments aux normes pour coupe-circuit. La commission d'administration approuva ensuite les modifications et adjonctions aux prescriptions sur les installations intérieures, proposées par la commission des installations intérieures, de sorte que plus rien ne s'oppose à la publication de la 4me édition de ces prescriptions, entièrement mise à jour à la suite des nombreuses modifications et adjonctions des dernières années. — La commission approuva également les «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les plaques de cuisson à chauffage électrique», les «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les cuisinières électriques de ménage», les «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les coussins chauffants électriques» et les «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les supports de fers à repasser», établies par la «sous-commission pour l'élaboration de programmes d'essai pour appareils thermiques et de ménage». — La commission d'administration ratifia ensuite les «Instructions pour la subdivision d'électriciens des corps de sapeurs-pompiers et directives pour lesdits corps au sujet de la manière de se comporter vis-à-vis des installations électriques» révisées avec la collaboration de l'inspectorat des installations à courant fort par une commission d'experts composée de délégués des centrales, des corps de sapeurs-pompiers, de l'office fédéral des transports et de l'Union suisse des entreprises de transport. Cependant, cette ratification a lieu sous réserve de pouvoir modifier, cas échéant, les dispositions que la pratique révèlerait insuffisantes ou incomplètes. La commission eut également à s'occuper de la confirmation des commissions permanentes et du remplacement de Monsieur Sulzberger au Comité Suisse de l'Eclairage et à la commission des normes. Il nomma membre de la première Monsieur Guanter, ingénieur de la S. A. Osram à Zurich; la commission des normes subit d'importantes modifications: Monsieur Weingart, ingénieur en chef, Klosters, jusqu'ici membre, est nommé président de ladite commission; à Messieurs G. A. Borel et Pronier, démissionnaires (le dernier par suite de sa nomination comme délégué pour la station d'étalonnage de l'ASE) succèdent Messieurs Cuendet, directeur de la S. A. Gardy, Genève, et Meystre, ingénieur, chef du Service de l'Electricité, Lausanne, à Monsieur Sulzberger, Monsieur Dietler, directeur, Therma, Schwanden. A la commission des installations intérieures, Mons. Baumann, Berne, démissionnaire, est remplacé par Mons. Howald, Winterthur. La commission d'administration désigna ensuite, pour une nouvelle période de trois ans comme délégué pour la Station d'essai des matériaux de l'ASE Monsieur A. Kleiner, secrétaire général, et pour la Station d'étalonnage Monsieur J. Pronier, Genève. A tous ceux qui se retirent après de longues années de collaboration, la commission exprime ses plus chauds remerciements. La commission approuva ensuite la mutation de la «sous-commission (de la commission des applications thermiques) pour l'élaboration de programmes d'essai pour appareils thermiques et de ménage» en «office de la station d'essai des matériaux pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électro-domestiques». Les programmes et conditions élaborées par cet office devront être soumis à la commission des normes; le cercle d'activité de cette dernière est élargi en conséquence. En connexion avec l'examen détaillé des mesures à prendre pour le déparasitage des réceptions radiophoniques, une nouvelle commission commune est créée, la «commission pour les questions d'ordre juridique». En sont nommés Messieurs Aubord-Baden, Elser-St-Gall, Fehr-Zurich et Leuch-Zurich.

Le 9 décembre 1935, le Conseil fédéral a nommé pour une nouvelle période de 3 ans, à partir du 1er janvier 1936, Moniseur G. Sulzberger, ingénieur de contrôle du Département fédéral des Postes et Chemin de fer, comme délégué

de la Confédération à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS. Nous sommes heureux de cette réélection, car la personnalité de M. Sulzberger, dont nous avons déjà pu apprécier les qualités, nous est une garantie sérieuse de collaboration féconde entre les Autorités fédérales et nos associations.

Transparents «standard».

Jusqu'à présent, les centrales et installateurs ont relativement peu commandé de brochures polychromes éditées il y a peu de temps [1]) sous forme de catalogue-prix courant pour les transparents «standard». Passé le délai, nous avons encore reçu un certain nombre de commandes qui nous font



envisager une nouvelle édition. Nous tenons à rappeler l'attention des centrales et installateurs sur cette brochure qui leur facilitera grandement leur publicité en faveur des transparents.

Elle coûtera frs. 8.— à 10.— le cent, suivant l'importance du tirage.

Prière d'adresser les commandes jusqu'au 18 janvier 1936 au plus tard. *Office d'Eclairagisme.*

Modifications aux normes pour conducteurs isolés.

(Bulletin ASE 1935, No. 26, p. 774.)

Rectification.

§ 16. *Câbles sous plomb isolés au caoutchouc, résistant à la corrosion.*

2e alinéa: La tension d'épreuve est *2000 V*, et non 200 V.

Prescriptions sur les installations intérieures.

Modifications et adjonctions aux prescriptions de l'ASE relatives aux installations intérieures, depuis la parution de la publication 101 f.

Dans sa séance du 13 décembre 1935, la commission d'administration a approuvé, avec entrée en vigueur le 1er juillet 1936, des modifications et adjonctions aux prescriptions sur les installations intérieures conformément au projet paru au Bulletin No. 15 du 17 juillet 1935, sous la forme modifiée après coup par la commission des installations intérieures et publiée ci-dessous. La commission d'administration a également approuvé les prescriptions relatives aux installations à tension peu élevée, publiées au Bulletin No. 15 du 17 juillet 1935, avec les modifications ci-dessous, et fixé leur entrée en vigueur au 1er janvier 1936, avec délai d'introduction jusqu'au 30 juin 1937.

[1]) Voir Bull. ASE 1935, p. 704.

Contenu:

§§ 6, 15, 17, 19, 26, 36, 42, 46, 53, 55, 70, 77, 109, 112, 116, 132, 139, 150, 151, 153, 156, 224, 243, 247, 306, chiffre 9 des Directives concernant la construction et l'installation des appareils de chauffage électriques.

§ 6.

Normes et marque de qualité de l'ASE.

Le deuxième alinéa du commentaire est supprimé et le troisième alinéa est remplacé par le texte suivant:

Les services électriques ont le droit de n'admettre que le matériel portant la marque de qualité. Il leur est même recommandé, dans un but de sécurité et de simplification, de n'admettre que dans des cas vraiment exceptionnels le matériel simplement garanti conforme par une attestation de la Station d'Essai mais non muni de la marque de qualité.

Pour ce qui concerne le matériel d'installation non conforme aux normes ou autres prescriptions de l'ASE, voir § 309.

§ 15.

Mise à la terre des appareils.

Dans le titre de ce paragraphe les mots «de protection» sont supprimés. Le premier alinéa du chiffre 1° et le commentaire sont remplacés par les textes suivants. En outre, dans la dernière phrase du chiffre 2°, le mot «commune» est supprimé.

1° Les organes métalliques non utilisés comme conducteurs, mais pouvant se trouver sous tension lors d'un défaut d'isolement, doivent être mis à la terre ou protégés autrement contre l'apparition de tensions de contact trop élevées (dans le sens des § 17 et 18) dans les cas suivants:

Commentaire: La distinction entre locaux secs, humides, mouillés, etc., est établie au chapitre X. Au point de vue de la mise à la terre les locaux temporairement humides doivent être assimilés à des locaux secs à plancher non isolant.

Sont considérés comme emplacements isolants . . . (inchangé, comme dans l'édition 1927) . . . il ne peut pas être saisi à la main.

§ 17.

Mesures de protection.

3°: A la suite du mot «recourir» ajouter «dans les installations intérieures raccordées».

Commentaire: Au deuxième alinéa, le texte des lignes 15 à 21 est modifié comme suit:

. . . Ces conditions sont généralement satisfaites lorsqu'on peut utiliser des conduites d'eau étendues. Mais ces conduites d'eau n'offrent cependant pas toujours la sécurité nécessaire, de sorte qu'il n'est souvent pas possible de maintenir en permanence la résistance des électrodes de terre à une valeur suffisamment faible pour que les coupe-circuit puissent fondre.

Au troisième alinéa, la dernière phrase est modifiée comme suit:

Le couplage de protection doit être prévu de telle sorte que le disjoncteur de protection déclenche pour une différence de potentiel entre objet et terre aussi faible que possible et ne dépassant jamais 50 volts.

§ 19.

Section et montage du fil de terre.

1° Le conducteur utilisé pour la mise à la terre par le neutre ou la mise à la terre directe . . . (inchangé, comme dans l'édition 1927) . . . à 2,5 mm².

2° et 3°: Inchangé, comme dans l'édition 1927.

4° Inchangé, comme dans le Bulletin 1935/15.

5° Le conducteur de terre peut être passé dans le même tube que les autres conducteurs, mais à condition de présenter au moins le même isolement qu'eux et d'être de couleur jaune sur toute sa longueur. De plus le conducteur de terre d'une ligne principale doit toujours présenter une section au moins égale à celle des autres conducteurs. Cette exigence est également valable pour les conduites de groupes ou de dérivations, lorsque la ligne de terre est également parcourue par du courant. Dans les conduites de groupes ou de dérivations où la ligne de terre isolée sert uniquement à la mise à la terre, elle doit présenter, jusqu'à 16 mm², au moins la même section que les conducteurs; lorsque la section des conducteurs dépasse 16 mm², la section de la ligne de terre peut être plus faible, mais pas inférieure à 16 mm².

Commentaire: Dans la dernière phrase supprimer les mots «comme protection».

§ 26.

Mises à la terre de protection inadmissibles.

Le chiffre 2° du projet paru dans le Bulletin 1935, n° 15, est supprimé.

§ 36.

Nature des matériaux employés.

1° Les tableaux portant des coupe-circuit, interrupteurs, transformateurs, résistances et appareils analogues seront en général en matière incombustible. Toutefois, les interrupteurs et les prises de courant peuvent être également montés sur des tableaux en matière isolante moulée; quant aux coupe-circuit, ils ne peuvent être montés sur des tableaux en matière isolante moulée que s'ils sont enfermés dans une enveloppe métallique ou fixés sur une base incombustible (des supports métalliques, par ex.) maintenant partout une distance d'au moins 1 cm entre coupe-circuit et tableau.

2° Pour la fixation des compteurs et de leurs horloges de commande et interrupteurs horaires, les tableaux en matière isolante moulée sont admissibles. Les tableaux en bois ne sont admis que contre les parois incombustibles pour supporter des compteurs, leurs horloges de commande et leurs interrupteurs horaires, ainsi que des coupe-circuit blindés et incombustibles. Les appareils munis de protections ajourées ne doivent pas être montés sur des tableaux en bois.

3° La matière isolante moulée pour tableaux selon les chiffres 1° et 2° doit résister au feu jusqu'à 300° C au moins, être résistante à la chaleur jusqu'à 100° C et à l'humidité.

Commentaire: Les maçonneries tapissées de papier ou d'étoffe sont considérées comme incombustibles.

§ 42.

Connexion aux lignes d'amenée.

1°: Inchangé, comme dans l'édition 1927.

2° Pour les récepteurs transportables lourds, les cordons ne doivent subir aucune traction au point de raccordement et doivent être assurés contre toute torsion et tout déplacement.

3° Texte du chiffre 2 de l'édition 1927.

Commentaire: Il y a lieu de considérer comme récepteurs transportables lourds les moteurs agricoles, les moteurs de chantier, les machines à souder, etc. Il est toutefois recommandable de prévoir également pour les récepteurs transportables plus légers, tels que les machines-outils électriques, une fixation des lignes d'amenée de façon que l'endroit de raccordement à l'appareil ne puisse être soumis à une contrainte mécanique, en cas de traction, de torsion ou de déplacement du conducteur d'amenée.

La disposition du chiffre 3° ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, no. 15) ... voir § 132.

§ 46.

Coupure omnipolaire au moyen d'interrupteurs.

Commentaire: Les interrupteurs de blocage, de réglage et de démarrage ... (inchangé) ... pas sur tous les pôles. Un interrupteur n'a pas besoin de couper les lignes servant exclusivement à la mise à la terre; il suffit qu'il agisse sur les conducteurs actifs. Pour les réchauds à une seule plaque pouvant être déconnectés par un interrupteur, voir les prescriptions du § 94.

§ 53.

But des coupe-circuit à fusibles et des disjoncteurs.

1° Inchangé, comme dans le Bulletin 1935, n° 15.

2° Les disjoncteurs (interrupteurs à maximum d'intensité) ne peuvent remplacer les coupe-circuit principaux d'une installation.

3° Les disjoncteurs pour installations intérieures doivent être précédés par des coupe-circuit normaux selon le tableau suivant.

Intensité nominale du disjoncteur	2	4	6	10	15	20	25A
Intensité nominale minimum du coupe-circuit précédant ce disjoncteur . .	10	15	20	25	35	50	50A
Intensité nominale maximum du coupe-circuit précédant ce disjoncteur . .	60	60	60	60	60	60	60A

Commentaire: Le coupe-circuit précédant les disjoncteurs d'installations intérieures selon le chiffre 3° peut être, par exemple, le coupe-circuit principal de l'installation.

La section du tronçon de ligne ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935/15) ... voir commentaire du § 109.

§ 55.

Calibrage des coupe-circuit, fixité du réglage des disjoncteurs.

1° Les coupe-circuit dont les fusibles peuvent être également changés par des personnes non compétentes doivent être construits, pour intensités de 6 à 60 A, de façon à rendre impossible l'emploi volontaire ou non de fusibles pour intensités trop fortes ou pour une tension trop faible.

2° Le mécanisme de couplage des disjoncteurs d'installations intérieures doit être protégé contre toute manipulation par un plomb durable apposé par le fabricant. Le raccordement du disjoncteur doit pouvoir se faire sans abîmer ce plomb. Pour les interrupteurs de protection de moteurs, permettant un réglage de l'intensité de déclenchement, ce réglage ne doit être possible qu'à l'aide d'un outil.

Commentaire: Le commentaire est complété comme suit:

Le plomb durable mentionné au chiffre 2° peut être un scellement muni du poinçon du constructeur et rendant suffisamment difficile un dégagement de la vis de fixation du boîtier entourant le mécanisme de couplage.

§ 70.

Connexion des lignes d'amenée aux prises de courant des appareils.

1°: Inchangé, comme dans l'édition 1927.

2° Les conducteurs doivent être maintenus en position dans les fiches et les prises de courant.

Commentaire: La disposition du chiffre 1° s'applique p. ex. aux prises de courant des fers à repasser, aspirateurs de poussière, appareils thermiques, moteurs, etc., qui doivent faciliter la déconnexion entre lignes d'amenée transportables et appareils.

Les connexions des lignes d'amenée aux fiches et aux prises de courant doivent satisfaire en particulier aux dispositions des normes de l'ASE pour prises de courant.

Remarque: Le § 70 n'a pas été publié dans le Bulletin 1935/15. Le complément au § 139 a exigé cependant une modification du § 70.

§ 77.

Coupure en charge.

1° Toute ligne d'amenée à un récepteur doit pouvoir être coupée en charge sur tous les pôles, sauf toutefois si elle alimente uniquement des lampes isolées ou quelque appareil de faible puissance. Lorsqu'il s'agit d'un récepteur mobile ou transportable branché sur une prise de courant, le retrait de la fiche doit entraîner la coupure du conducteur servant à la mise à la terre.

2°: Inchangé, comme dans l'édition 1927.

Le chiffre 3° de la proposition dans le Bulletin 1935, n° 15, est supprimé.

§ 109.

Interrupteurs sous coffret.

Commentaire: Lorsque les fusibles sont placés ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... un trop grand nombre de moteurs sur une même ligne de distribution. Devant des interrupteurs sous coffret et autres appareils analogues, l'intensité nominale des coupe-circuit dans les lignes de distribution ne doit pas dépasser le triple de celle pour laquelle le plus petit modèle d'interrupteur du groupe est construit, à moins que l'interrupteur ne soit prévu pour une puissance de coupure plus élevée. Il peut s'agir, par exemple, d'interrupteurs de protection de moteurs (voir Conditions de l'ASE auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs de protection de moteurs).

Pour la section du tronçon de ligne ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... dans le cas des disjoncteurs d'installation (voir § 53).

§ 112.

Montage des moteurs écartant tout danger d'incendie; installations de moteurs avec commande à distance ou automatique.

1° Le montage, l'entretien et le service des moteurs doivent être tels, que les étincelles et les échauffements qui pourraient se produire dans ceux-ci ne puissent provoquer une inflammation de matières combustibles environnantes.

Commentaire: Pour satisfaire aux prescriptions du chiffre 1°, il faut tenir compte de ce qui suit: Aucune matière combustible ne doit se trouver à proximité des moteurs. Le nettoyage des moteurs auxquels s'accumulent des matières inflammables doit être exécuté avec beaucoup de soin. Il faut éviter autant que possible ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... ne peut être mise hors service sur tous les pôles qu'après enlèvement des coupe-circuit.

§ 116.

Exigences générales pour les transformateurs.

Au chiffre 6°, avant-dernière ligne, le mot «poignées» est suivit de «isolées».

§ 132.

Connexions (des conducteurs).

Les modifications proposées ont été supprimées; le texte du § 132 reste donc celui de la publication nº 101.

§ 139.

Cordons mobiles et transportables.

Ce paragraphe est complété par le chiffre 6°, comme suit:

6° La fixation des cordons aux fiches doit être conforme aux dispositions du § 70, chiffre 2°.

2° Dans la deuxième et la troisième ligne de l'édition 1927 on remplacera le mot «distance» par «hauteur».

§ 151.

Disposition et mise à la terre des potelets.

4° En tous endroits généralement accessibles et non isolants, les potelets qui sont à portée immédiate de la main devront être mis à la terre directement ou par le neutre, selon le § 17.

Commentaire: Le dernier alinéa est modifié comme suit:

Lors de travaux sur les réseaux dont le neutre est mis à la terre, il est nécessaire d'établir une liaison temporaire entre le potelet et le neutre à la terre.

§ 153.

Coupe-circuit et dispositifs de sectionnement des conducteurs mis à la terre.

Commentaire: Le cas supposé sous chiffre 1° ... (inchangé) ... devra empêcher de les confondre avec des fusibles.

Les couvercles des éléments de coupe-circuit avec dispositifs de sectionnement des conducteurs neutres, ainsi que des dispositifs de sectionnement qui ne sont pas combinés avec des éléments de coupe-circuit, doivent être prévus de façon à ne pouvoir être mis en place que lorsque le dispositif de sectionnement est fermé. Cette mesure n'est pas nécessaire ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... voir les prescriptions du § 51.

§ 156.

Section minimum de la ligne principale, des dérivations et de leurs conducteurs neutres ou médians.

Commentaire: Pour la ligne principale selon le chiffre 1°, une section plus faible que 6 mm², mais de 4 mm² au minimum, ne peut être utilisé que lorsqu'une extension paraît exclue de prime abord; ce cas peut se présenter par exemple dans les petits bâtiments.

§ 224.

Récepteurs transportables (dans les locaux mouillés).

Commentaire: Les transformateurs seront montés ... (inchangé) ... par des personnes du métier, de toute confiance et responsables.

Parmi les récepteurs transportables jusqu'à une puissance nominale de 500 W ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... à 380 V au maximum ou à une tension peu élevée.

Les récepteurs transportables lourds, dont la position ne doit pas être souvent changée au cours du service, tels que les transformateurs de soudure, les moteurs de chantier, les moteurs agricoles, peuvent être également raccordés à des lignes dont la tension atteint jusqu'a 250 V contre la terre.

Les cordons pour appareils mobiles satisfont à la condition du chiffre 4° b).

§ 243.

Machines et appareils.

Commentaire: Les moteurs hermétiques contre la poussière, à refroidissement quelconque, de même que les modèles à ventilation indépendante ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... et s'accumulant au-dessus du sol.

§ 247.

Emploi des conducteurs.

Le chiffre 4° de la proposition dans le Bulletin 1935, nº 15, est supprimé.

Commentaire: du premier au troisième alinéa: Inchangé, comme dans l'édition 1927.

Quatrième alinéa: Les câbles doivent être fixés de façon à être soumis aussi peu que possible à l'humidité. Lorsque les câbles sont fixés à l'aide de brides, celles-ci doivent être en matière incombustible et non conductrice; elles doivent être prévues de façon à écarter les câbles des parois et des plafonds. Les câbles peuvent être logés dans des liteaux à rainures en bois imprégné, partout où l'expérience montre que ce mode d'installation est durable et adapté au genre de construction des écuries. La position des câbles sous plomb doit pouvoir être contrôlée en tout temps sur toute leur longueur. Dans la mesure du possible, on ne placera pas de lignes au-dessus des portes et des ouvertures des crèches, la condensation des vapeurs corrosives étant particulièrement abondante à ces endroits.

§ 306.

Contrôle des mises à la terre.

La dernière phrase du commentaire de la proposition dans le Bulletin 1935, nº 15, est supprimée.

Directives concernant la construction et l'installation des appareils de chauffage électriques.

9° Chauffe-eau à accumulation.

La dernière phrase du cinquième alinéa de la proposition dans le Bulletin 1935, nº 15, est supprimée.

Prescriptions relatives au montage des installations électriques à tension peu élevée.

§ 1.

Domaine d'application.

1° Les installations électriques montées à l'intérieur des bâtiments et alimentées sous tension peu élevée par des transformateurs de faible puissance, des convertisseurs, des redresseurs ou des batteries ne sont à considérer qu'exceptionnellement comme installations à courant fort. Pour l'exécution ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, nº 15) ... Installations industrielles à tension peu élevée.

2° et 3°: Inchangés.

4° Le contrôle selon l'art. 26 de la loi sur les installations électriques ne s'étend pas aux installations à tension peu élevée. Par contre, les propriétaires d'installations à tension peu élevée qui sont assurées au secondaire pour des intensités de 4 A et au-dessus, doivent prouver au fournisseur de l'énergie, par une attestation de l'installateur, que les installations ont été montées dans toutes leurs parties conformément aux présentes prescriptions.

§ 2.

Terminologie.

1° et 2°: Inchangé, comme dans le Bulletin 1935, n° 15.

3° Les installations à courant faible ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, n° 15) ... à de petits transformateurs de la classe 1a. Les installations à tension peu élevée ou des parties de ces installations sont en outre considérées comme installations à courant faible lorsqu'elles sont protégées au secondaire par des coupe-circuit tubulaires ou d'alarme ... (inchangé, comme dans le Bulletin 1935, n° 15) ... voir en outre au chapitre II.

Conditions techniques pour huiles isolantes (huiles minérales).

I° Préface *).

A. Généralités.

Les huiles isolantes utilisées de nos jours font partie du grand groupe des huiles minérales et s'emploient, en électrotechnique, dans les transformateurs, les interrupteurs, les câbles et les condensateurs statiques. Bien que leurs domaines d'application soient différents, ces huiles peuvent être considérées comme faisant partie d'un même groupe. Leurs propriétés fondamentales peuvent d'ailleurs être ramenées à une base uniforme.

Les huiles minérales sont des mélanges d'hydrocarbures les plus divers, donc des composés organiques et non pas des corps chimiquement bien définis. Selon leur provenance et leur âge géologique, elles se distinguent en huiles de naphte, en huiles de naphtométhane et en huiles de méthane. Les huiles de naphte sont géologiquement les plus récentes et se composent principalement de naphtènes, c'est-à-dire d'hydrocarbures aromatiques à noyau. Les huiles de méthane sont géologiquement les plus anciennes et renferment des hydrocarbures saturés, à chaîne ouverte.

A l'état brut d'extraction, ces huiles ne peuvent pas être utilisées en électrotechnique. Les huiles isolantes devant présenter des propriétés bien définies, on doit tout d'abord en séparer par distillation fractionnée les parties qui renferment le mélange voulu d'hydrocarbures. Ces parties sont soumises à leur tour à un nouveau raffinage, qui les amène à l'état d'utilisation. Le traitement de la fraction distillée au cours du raffinage a une très grande importance pour l'emploi ultérieur de l'huile. Le raffinage consiste à traiter la fraction distillée à l'acide sulfurique, à l'alcali et à la terre glaise. Si le traitement à l'acide n'est pas fait très soigneusement, des produits intermédiaires peuvent se former, qui exercent alors une action très défavorable sur l'huile utilisée. On a mis récemment au point de nouveaux procédés, tels que celui d'Edeleanu, qui consiste à éliminer les produits indésirables, non pas chimiquement par l'acide sulfurique, mais par l'action physique d'une solution dans des acides sulfureux liquides à basses températures. Cette méthode permet également d'obtenir des huiles isolantes appropriées.

B. Propriétés.

Les huiles isolantes pour transformateurs doivent satisfaire à certaines exigences au point de vue de leur poids spécifique, surtout pour les installations en plein air. En outre, aucune séparation d'hydrocarbures paraffiniques ne doit se produire aux basses températures, ce qui diminuerait la fluidité et l'évacuation de la chaleur. Le point de congélation doit donc être aussi bas que possible. Le point d'éclair, température à laquelle s'échappent les parties inflammables volatiles, s'observe à l'aide d'une flamme dans un appareil approprié; selon les prescriptions les plus usuelles, il ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine limite, sinon on observerait déjà à la température de service un fort dégagement de gaz. Afin d'assurer aussi bien que possible l'évacuation de la chaleur due aux pertes, la viscosité des huiles de transformateurs ne doit pas dépasser un certain degré; l'imprégnation des diverses parties du transformateur n'est d'ailleurs possible qu'entre certaines limites de la viscosité. La résistance à l'oxygène de l'air (oxydation aux températures élevées) dépend du genre de l'huile minérale utilisée et du degré de raffinage. Cette résistance doit être aussi bonne que possible, sinon des dépôts et autres produits d'altération peuvent se former après une période de service relativement courte et réduire éventuellement les propriétés diélectriques de l'huile, ainsi que les propriétés mécaniques des matières organiques. Les propriétés isolantes devant être conservées aussi longtemps que possible, une bonne résistance à l'oxydation doit être exigée également à ce point de vue.

Les huiles pour interrupteurs doivent satisfaire à certaines conditions, qui sont également valables pour les huiles isolantes des transformateurs. Au point de vue de la résistance à l'action du froid, les exigences sont les mêmes que ci-dessus, en particulier pour les installations en plein air. La viscosité des huiles d'interrupteurs doit être aussi faible que possible, surtout à la température ordinaire, afin que les arcs amorcés lors des manœuvres soient promptement éteints par un écoulement rapide de l'huile. A ce sujet, le point d'éclair ne joue aucun rôle, car les manœuvres donnent naissance à des produits gazeux beaucoup plus explosifs que les parties volatiles de l'huile. De même, la résistance à l'oxydation n'est pas aussi importante pour les interrupteurs que pour les transformateurs. Toutefois, elle est également exigée, afin d'avoir la certitude que l'huile livrée n'a pas été mal raffinée. Pour la rigidité diélectrique, le point de vue est le même que ci-dessus.

Les huiles minérales utilisées dans les câbles doivent imprégner parfaitement les matières fibreuses (papiers et tissus) servant à l'isolement, afin d'éviter toute inclusion d'air. Pour assurer une bonne imprégnation, la viscosité des huiles pour câbles doit rester entre certaines limites, car la faculté d'imprégnation est inversement proportionnelle à la viscosité. De même, la résistance à l'action du froid doit être bonne, sinon des gonflements pourraient se produire lorsque le point de congélation est élevé et qu'une surcharge se présente brusquement. Du fait de la chaleur due aux pertes, les câbles peuvent être le siège de températures élevées, de sorte que la résistance à l'oxydation doit être également aussi bonne que possible.

L'emploi des huiles isolantes dans les condensateurs statiques correspond à peu près à celui des huiles pour les câbles; les exigences auxquelles sont soumises ces huiles sont donc en somme les mêmes.

Il va de soi que pour ces quatre applications, les huiles doivent avoir une bonne rigidité diélectrique.

Le relevé des propriétés fondamentales que doivent présenter les huiles isolantes pour les diverses utilisations en électrotechnique montre que ces propriétés sont concordantes, de sorte que l'on en viendra peu à peu à utiliser une huile minérale standard pour tous les besoins d'isolement.

D'une manière générale, les huiles isolantes doivent présenter les propriétés suivantes:

a) Poids spécifique. Il sert, comme dans l'industrie des huiles minérales, à caractériser une huile minérale. Toutefois, dans le cas des huiles isolantes, il a encore une autre signification: le poids spécifique des huiles minérales augmente à mesure que la température diminue, de sorte qu'on doit veiller à ce qu'il ne dépasse pas celui de la glace, surtout pour les installations en plein air. Si c'était le cas, la glace ne resterait pas au fond malgré les treillis à glace; elle monterait lentement vers le haut ou resterait en suspension dans l'huile, mais sans se déposer, ce qui doit être évité à cause du danger de claquage. La détermination et l'indication habituelles du poids spécifique des huiles isolantes à la température ordinaire n'a une signification pratique que lorsque sa variation en fonction de la température est indiquée. Cette variation est de 0,0006 à 0,0007 par ° C.

Un rapport important pour la technique des câbles est celui qui existe entre le poids spécifique et le coefficient de dilatation; ce coefficient diminue à mesure que le poids

*) Cette préface, ainsi d'ailleurs que l'ensemble de ces «Conditions techniques» correspondent pratiquement aux directives établies et publiées par l'Association Suisse pour l'Essai des Matériaux (ASEM).

spécifique augmente. Il n'est toutefois pas constant pour tous les genres d'huile, aussi doit-il être déterminé dans chaque cas.

b) La consistance de l'huile aux basses températures est généralement caractérisée par l'indication du point de congélation, c'est-à-dire la température à laquelle une huile minérale refroidie selon les prescriptions ne coule plus. On a ainsi un certain point de repère, mais cette température à laquelle une huile isolante se fige n'est en soi pas très importante pour la technique des isolants; il est plus utile de connaître la manière dont l'huile se comporte aux basses températures, au cours d'un refroidissement et d'un réchauffage. Les huiles de méthane propres au service renferment encore de la paraffine dissoute, qui se dépose lors d'un refroidissement et forme des sortes de nids d'abeilles, qui empêchent l'écoulement de l'huile. A une température déterminée, il se produit donc un figement bien caractérisé. Le refroidissement des huiles de naphte peut être poussé beaucoup plus loin, sans que des dépôts se forment. Ces huiles s'épaississent seulement et prennent une consistance de pommade. Dans les interrupteurs, ces huiles peuvent être refroidies jusqu'à — 30° C et présentent encore une viscosité d'env. 2430 cst. La fluidité est encore suffisante pour permettre des déclenchements dans cet état. Pour un bon travail des huiles isolantes, ce n'est pas seulement la manière dont elles se comportent au cours d'un refroidissement qui est intéressante, mais également ce qui se passe au cours d'un réchauffage. A ce point de vue, on distingue quatre espèces de corps: Pour les corps présentant une unité chimique et se solidifiant en cristaux, il existe une température bien marquée à laquelle la modification de l'état se produit. Pour les corps composés présentant une unité chimique et se solidifiant en cristaux, tels que les paraffines, toutes les températures de solidification des divers composants se présentent successivement. Pour les corps à solidification amorphe, il n'existe pas de point de congélation défini physiquement, les grandeurs physiques se modifient continuellement de l'état liquide à l'état solide. L'allure de la courbe de viscosité dans ce domaine détermine alors la manière dont se comporte la matière au cours de variations de la température. C'est le cas pour les huiles de naphte. Les conditions sont les plus compliquées pour les composés renfermant des corps à solidification amorphe et d'autres à solidification en cristaux à points de fusion variés, comme c'est le cas pour les huiles de méthane. A toutes ces possibilités viennent s'ajouter les phénomènes qui ont lieu au cours d'un refroidissement. Selon la rapidité de variation de la température, on doit distinguer divers états des huiles. Ainsi, au cours d'un refroidissement brusque, il se forme par suite d'un empêchement de la formation des cristaux un état vitreux, c'est-à-dire un système amorphe instable, qui se comportera en conséquence lors d'un réchauffage. Pour déterminer la manière dont se comporte une huile isolante sous l'action du froid, on ne devrait donc pas déterminer le point de congélation habituel, mais constater les modifications au cours d'une décongélation à la suite de différents refroidissements. Ces phénomènes jouent un rôle important pour les installations en plein air et les câbles; malheureusement, ils ont été jusqu'ici très négligés.

c) Le point d'éclair est encore trop fréquemment considéré comme une mesure pour le danger d'incendie des huiles isolantes, ce qui n'est vraiment le cas que pour les matières volatiles. A ce point de vue, on applique malheureusement encore souvent des prescriptions complètement erronées. Le point d'éclair doit servir uniquement au contrôle de la régularité de l'huile livrée. A la température du point d'éclair, les éléments volatils libérés des huiles minérales ne brûlent qu'à proximité d'une flamme et seulement pendant un court instant. La combustion ne peut pas se maintenir d'elle-même à cause d'une alimentation insuffisante en parties inflammables. Dans les transformateurs, le point d'éclair est ramené à une valeur plus élevée par cuisson de l'huile dans le vide avant la mise en service. Pour les huiles destinées à l'imprégnation des matières fibreuses, un point d'éclair peu élevé peut être défavorable, à cause des parties volatiles qu'il est difficile d'évacuer. Dans les interrupteurs, le point d'éclair est fortement abaissé par suite d'une décomposition de l'huile par les arcs amorcés lors des manœuvres. A ce sujet, on mentionne souvent le danger d'explosion des mélanges de vapeurs d'huile avec l'air. Ce danger n'est pas à craindre, car les mélanges qui se forment habituellement ne sont pas du tout explosifs. Les gaz inertes contenus dans l'air (l'azote dans ce cas) suffisent à réduire à tel point les limites de l'explosion, que les conditions de service habituelles sont largement hors de ces limites.

d) La viscosité des huiles isolantes ne doit pas être indiquée pour une température choisie arbitrairement, comme c'est le cas dans le commerce des huiles minérales. La viscosité dépendant dans une large mesure de la température, on doit déterminer au moins trois valeurs de mesure. La viscosité diminue quand la température augmente et atteint pour les huiles courantes à une température élevée des valeurs qui ne diffèrent pas sensiblement et sont par conséquent sans importance pratique. La manière dont se comporte la viscosité et sa variation aux basses températures est beaucoup plus importante que pour les températures élevées. Le principal a déjà été dit à ce sujet pour le point de congélation.

e) Le vieillissement des huiles isolantes comporte tous les phénomènes qui se présentent en service sous l'effet d'une température accrue, de l'air, du champ électrique et des arcs. Les huiles minérales ne sont pas des composés chimiques uniformes et invariables, mais au contraire des composés qui se décomposent en formant divers produits de réaction (selon leur provenance et le degré de raffinage) sous l'influence de l'oxygène de l'air. A la température normale déjà, la lumière et surtout les rayons ultraviolets du spectre jouent un rôle important. Pour qu'une oxydation puisse se produire, il faut que l'agent oxydant soit dissout dans le milieu à oxyder. L'air, et par suite son oxygène, se dissolvent en quantité relativement grandes dans les huiles minérales. La solubilité de l'oxygène est difficile à déterminer, car il se produit une oxydation spontanée dès que la quantité atteint une certaine valeur. Les mesures les plus récentes indiquent approximativement que dans l'obscurité 12 cm^3 d'oxygène peuvent être dissouts dans 100 cm^3 d'huile minérale sous 760 mm Hg et 20° C. Il ne faut toutefois pas oublier que la provenance de l'huile et le degré de raffinage jouent un rôle important pour cette solubilité.

La durée d'une huile isolante dépend dont en partie de sa résistance à l'action de l'oxygène. On a essayé par diverses méthodes de prédire cette durée, afin d'obtenir pour le service une indication sur le temps pendant lequel une huile peut travailler sans perturbations. Pour les phénomènes d'oxydation, les métaux permettent d'accélérer l'altération en jouant le rôle de catalyseurs. Le cuivre est à ce point de vue le plus actif des métaux entrant dans la construction. Le plomb agit d'une toute autre manière sur les huiles minérales, en provoquant la formation de savon au plomb. Comme ce sont surtout les oxydes des métaux que l'on rencontre en service, les constantes de vieillissement ont également été déterminées sous l'action de ces catalyseurs. Enfin, d'autres catalyseurs ont été encore proposés pour prédire la modification des huiles isolantes au cours du service; ils ont déjà été en partie introduits dans les prescriptions de divers pays pour les essais de réception des huiles.

Au cours du vieillissement des huiles minérales, il se forme toujours certains produits de réaction, de la manière suivante: Par suite d'un rapprochement plus intime de l'oxygène, il se forme tout d'abord des peroxydes instables, dont la décomposition provoque d'autres oxydations, qui conduisent par séparation d'eau et polymérisation à la formation de boues, solubles au début dans l'huile chaude, mais devenant peu à peu insolubles par suite d'une polymérisation plus accentuée. Ces boues peuvent se déposer sur les enroulements ou d'autres parties de la construction et devenir très dures et infusibles sous l'action de la chaleur. Ces dépôts empêchent l'évacuation de la chaleur et provoquent des échauffements nuisibles. On croit encore fréquemment que les acides du début sont très dangereux et qu'ils attaquent les matières fibreuses, telles que le coton, le papier, etc.

On a toutefois constaté que seuls certains acides sont réellement dangereux, tandis que de grandes quantités d'autres produits de réaction acides sont souvent sans danger pour l'isolation. La nature des produits de réaction a donc une beaucoup plus grande importance que leur quantité relative. C'est une grave erreur que de se baser sur une méthode analytique (détermination quantitative des acides sous forme d'un indice d'acidité) pour prédire la manière dont une huile isolante se comportera en service ou les avaries qui sont à craindre.

Au cours du vieillissement des huiles minérales, qui provient d'une oxydation, il se forme également des produits de réaction gazeux volatils. En contact avec l'oxygène de l'air, ces produits peuvent s'oxyder et former d'autres produits, qui se condensent dans le mélange réactif liquide.

La modification chimique des huiles isolantes au cours du vieillissement conduit également à la modification de certaines propriétés physiques. On a constaté que la tension superficielle diminue à mesure que le vieillissement augmente. Mais on n'a pas encore trouvé une méthode analytique utilisable se basant sur ce phénomène. Par contre, cette modification permet d'expliquer certains phénomènes qui s'observent dans le champ électrique. Il est possible que l'on arrive à mieux comprendre le vieillissement des huiles isolantes en se basant sur les modifications des phénomènes de fluorescence à la lumière ultraviolette en relation avec une certaine méthode chimique. La modification du spectre d'absorption des huiles isolantes vieillies artificiellement ou naturellement se poursuit selon certaines lois bien déterminées.

On a essayé d'empêcher l'oxydation des huiles isolantes en leur ajoutant des produits anti-oxydants. Ainsi une adjonction de 0,5 % d'hydroquinone est — paraît-il — très efficace. L'oxydation et par suite le vieillissement sont ainsi retardés, mais en revanche ces adjuvants influent défavorablement sur les propriétés diélectriques.

Dans ce même ordre d'idées, il faut aussi tenir compte du fait que les huiles les meilleures peuvent être avariées en peu de temps par une température trop élevée ou par l'emploi de résistances de chauffe mal appropriées, qui agissent sur l'huile comme des catalyseurs. Ces facteurs doivent donc être considérés lors de la cuisson des huiles, et l'on doit veiller à ce que la puissance spécifique de chauffe ne dépasse pas 1 W/cm² de surface du fil de chauffe.

Outre les produits dûs au vieillissement, les déclenchements dans les interrupteurs provoquent sous l'action des arcs une destruction totale ou partielle des molécules de l'huile et il se forme des produits de décomposition gazeux, liquides ou solides. Les produits gazeux se composent en majeure partie d'hydrogène à côté d'une petite quantité d'hydrocarbures plus ou moins bruts. Les produits liquides sont des molécules d'huile partiellement détruites et les produits solides des mélanges d'hydrocarbures solides. La nature et par suite les propriétés des produits d'altération solides varient selon les conditions du courant et de la tension.

f) Les propriétés diélectriques ont naturellement une importance fondamentale pour tous les genres d'huiles isolantes. Autrefois, on ne considérait que la résistance diélectrique. Cette résistance dépend dans une large mesure des impuretés, telles que l'humidité, les fibrilles (mais seulement lorsqu'elles sont humides) et les produits dus au vieillissement. Mais l'air dissout et d'autres gaz peuvent également influencer défavorablement la résistance diélectrique. Avant leur emploi, les huiles isolantes doivent donc être séchées (séchage dans le vide, etc.) et épurées (filtres-presses ou centrifuges appropriées).

Depuis quelque temps, on attache une plus grande importance aux pertes diélectriques des huiles isolantes. Les huiles les meilleures renferment encore des dipôles. L'effet de Kerr électrooptique est provoqué par les aromates solubles dans l'anhydride sulfureux (SO_2); mais les aromates solubles dans l'anhydride sulfurique (SO_3) provoquent également un fort effet de Kerr. Les pertes dues aux dipôles dépendent aussi de la viscosité de l'huile. Les pertes diélectriques sont fonction de la température; au-dessous de zéro, on constate un maximum, puis les pertes diminuent pour atteindre un minimum à la température d'env. 20° C. Cette variation est attribuée à des hétérogénéités. La conductibilité aux basses températures montre également des phénomènes spéciaux, qui indiquent une modification de l'état et proviennent de la formation d'un filet, les surfaces limites présentant une conductibilité plus grande. Les produits dus au vieillissement exercent une action sensible sur les pertes diélectriques. Pour les huiles usées, tg δ dépend beaucoup de la température. A l'avenir, les méthodes chimiques pour l'étude du vieillissement seront certainement remplacées de plus en plus par les mesures diélectriques.

Dans les câbles et les condensateurs, il peut se produire sous l'effet du champ électrique une formation de résines, c'est-à-dire une polymérisation d'hydrocarbures en produits solides insolubles. Il est possible que cette décomposition soit accompagnée d'un dégagement gazeux. Ces gaz sont très dangereux et peuvent amener des perforations. Les hydrocarbures de la série aromatique se polymérisent en ne formant qu'une faible quantité de produits gazeux. A ce point de vue également, il est préférable d'utiliser des huiles qui sont constituées principalement par des hydrocarbures de cette nature.

C. Mélange des huiles en service.

A l'usage, certaines parties des huiles isolantes se volatilisent ou se perdent d'une manière ou d'une autre, de sorte que l'on doit ajouter de temps à autre une certaine quantité d'huile. Il est important pour le chef de service de savoir si les huiles différentes se contrarient ou si elles peuvent être mélangées sans danger. D'une manière générale, les huiles de même nature chimique (p. ex. les huiles de naphte) présentant le même degré de raffinage peuvent être mélangées sans aucun danger et sans avoir à tenir compte de la méthode utilisée pour le raffinage (chimique ou physique). Par contre, lorsqu'une huile moins bien raffinée est ajoutée à une bonne huile, on observe que le vieillissement en est fortement accéléré, même lorsque la quantité d'huile ajoutée est très faible.

D. Régénération des huiles usées.

La régénération des huiles fortement usées n'est pas recommandable, car ce traitement selon les méthodes courantes conduit à un amoindrissement des qualités diélectriques (augmentation des pertes diélectriques et de la conductibilité). On constate évidemment après la régénération une amélioration de certaines données analytiques, telles que l'indice d'acidité ou de saponification, mais ces huiles régénérées vieillissent beaucoup plus rapidement en service.

E. Essai des huiles usées.

Afin de savoir quand une huile usée doit être changée, on a essayé de déterminer par différentes méthodes l'état qui peut être considéré comme dangereux pour le service. Toutefois, aucune des méthodes préconisées n'a encore donné de résultats satisfaisants. Ainsi, on a tenté de déterminer par les indices d'acidité et de saponification si une huile doit être renouvelée. Ces deux méthodes n'ont qu'un caractère quantitatif, c'est-à-dire qu'elles ne tiennent compte que de la quantité des produits de réaction acides ou saponifiables. Or, on sait depuis longtemps que ce n'est pas la quantité de ces produits qui est dangereuse pour le transformateur, mais bien leur nature. Il n'y a donc aucun rapport entre l'usure réelle d'une huile de transformateur et ces chiffres analytiques. Il serait fort peu économique de déclarer inapte une huile par le seul fait que la valeur maximum de ces deux indices est dépassée. De telle indications sont sujettes à caution. Ainsi ces indices ne jouent aucun rôle pour les interrupteurs. Pour les câbles et les condensateurs statiques, d'autres points de vue sont beaucoup plus importants que la valeur des indices d'acidité et de saponification. Actuellement, il n'est pas encore possible

de déterminer à l'aide de méthodes analytiques si une huile est encore utilisable ou non. Le chef d'exploitation qui désire avoir une indication approximative sur le degré d'oxydation et la possibilité d'utiliser encore les huiles usées, devra de préférence se baser sur la diminution de la résistance à la rupture du fil de coton au cours d'un essai de vieillissement artificiel, selon le chapitre IV/8. Il est possible qu'à l'aide de nombreuses valeurs déterminées par cette méthode empirique, on puisse obtenir une appréciation assez correcte de l'état des huiles usées, surtout lorsqu'il s'agit d'une même qualité d'huile, dont on connaît déjà la caractéristique de vieillissement à partir de l'état frais. A ce sujet, une expérience de longues années permet d'admettre qu'une huile conforme aux prescriptions est utilisable pendant au moins 10 ans sous une charge maximum permanente (au point de vue de la température).

IIe Prise de l'échantillon d'huile à essayer.

Lorsque l'huile à essayer est arrivée au lieu de réception et qu'elle a reposé pendant 24 heures au moins, le commettant ou son représentant prélèvera du fût un échantillon d'au moins 2 litres. Le fournisseur doit pouvoir assister à la prise d'échantillon, s'il le demande et à ses frais.

Lorsque l'huile est livrée par le fournisseur des transformateurs ou des interrupteurs et que sa cuisson a lieu dans l'appareil lui-même par les soins du fournisseur, le commettant peut exiger la prise d'un échantillon d'huile de l'appareil prêt à fonctionner, mais avant qu'il soit mis en service.

a) L'échantillon est soutiré à l'aide d'un siphon de toutes les couches du fût ou de l'appareil prêt au service.

b) L'échantillon ne doit pas être versé dans plus de 3 flacons en verre blanc. Ces flacons doivent être fermés par un bouchon propre en liège et munis du plomb du commettant ou du laboratoire d'essai. L'échantillon doit être désigné sans erreur possible et porter la date du remplissage.

c) Tous les ustensiles utilisés pour le soutirage doivent être soigneusement nettoyés immédiatement avant le soutirage, puis séchés et rincés à l'huile à essayer avant le soutirage de l'échantillon d'huile. Le nettoyage se fera de préférence avec de l'essence. Il faut veiller tout particulièrement à ce qu'il ne pénètre ni fibrilles (de chiffons à nettoyer, etc.), ni poussières dans les flacons et qu'il n'y reste aucune trace d'essence. En plein air, le soutirage ne peut avoir lieu que par temps sec et à un endroit où l'air est sans poussières.

L'huile est essayée à l'état où elle était lors du prélèvement par les soins du commettant. L'essai à l'état de livraison oblige le fournisseur à veiller à l'intégrité du transport ou au nettoyage et au séchage corrects de l'appareil et de l'huile lorsque l'essai est effectué sur l'échantillon prélevé de l'appareil prêt à fonctionner. Il est interdit d'expédier l'huile dans des tonneaux en bois. Le règlement des essais tient compte du fait qu'il est impossible d'éviter que l'huile minérale pure n'absorbe quelques traces d'eau au cours du transport. Au point de vue de la teneur en eau, les essais sont cependant suffisamment sévères pour que l'huile puisse être normalement versée dans les transformateurs et les interrupteurs sans traitement préparatoire. Si le consommateur considère toutefois qu'un traitement préparatoire de l'huile est nécessaire, ce traitement ne doit pas seulement se borner à l'évacuation de l'eau, mais également et surtout à l'enlèvement des impuretés solides qui, avec l'eau, peuvent exercer une action défavorable sur l'huile. L'amélioration obtenue par l'évacuation de l'eau n'est que d'assez brève durée, lorsqu'il reste des fibrilles dans l'huile, car l'huile et les fibrilles absorbent à nouveau l'eau contenue dans l'air pendant le service. Immédiatement avant de remplir d'huile les transformateurs et les interrupteurs, ceux-ci et leurs cuves doivent être très soigneusement séchés et l'on doit veiller avec grand soin qu'il ne reste ni fibrilles, ni poussières.

IIIe Exigences auxquelles doivent satisfaire les huiles isolantes fraîches.

Emploi: Transformateurs, interrupteurs, condensateurs statiques, câbles.

Propriétés	Valeurs exigées
1° Impuretés solides	0
2° Poids spécifique à 20° C	max. 0,890
3° Point d'éclair en creuset ouvert	min. 145° C
4° Point de congélation	inférieur à —30° C
5° Viscosité *) à 20° C	max. 50 cst (6,63° E)
» » 50° C	max. 15 cst (2,32° E)
» » 80° C	max. 6 cst (1,48° E)
6° Rigidité diélectrique	—
7° Indice d'acidité	max. 0,1
8° Essai de vieillissement à 110° C	
Boues en % de poids	
après 3 jours	—
après 7 jours	max. 0,15 %
Indice d'acidité	
après 3 jours	max. 0,3
après 7 jours	max. 0,4
Diminution de la résistance du fil à la rupture	
après 3 jours	25 %
après 7 jours	35 %

*) Valeur absolue de la viscosité, voir chapitre IV/5.

IVe Exécution des essais.

1° *La teneur en impuretés solides.* Les flacons d'échantillon sont tout d'abord examinés par transparence, afin de constater si l'on aperçoit à l'œil nu des impuretés ou un voile. Les flacons sont ensuite vivement agités et une partie du contenu de l'un d'eux est versé dans une éprouvette en verre. Cette quantité est examinée encore une fois, comme précédemment, au point de vue des impuretés. On chauffe alors avec précaution l'éprouvette en la passant sur une flamme de gaz et l'on observe de temps à autre s'il se produit un voile. On poursuit le chauffage jusqu'à ce que l'huile atteigne la température de 110° C.

De la température du local jusqu'à environ 110° C, l'huile ne doit présenter aucun voile et ne renfermer aucun corps solide visible à l'œil nu. La présence d'eau s'observe pendant le chauffage à un grésillement ou à une explosion.

2° *Le poids spécifique* se détermine généralement à l'aide d'un aréomètre. Pour une analyse de haute précision, on peut également utiliser un pycnomètre.

a) Détermination par aréomètre. On laisse reposer pendant une demi-heure environ l'échantillon d'huile à essayer, puis on le verse avec soin dans un cylindre avec pied pas trop étroit (diamètre intérieur d'environ 4 cm). On doit veiller à ce qu'il ne se forme aucune bulle d'air, en laissant couler lentement l'huile le long de la paroi du cylindre tenu incliné. Si des bulles se forment tout de même, on n'introduira l'aréomètre que lorsque toutes les bulles seront remontées à la surface, où elles devront être détruites à l'aide d'un bâtonnet en verre chauffé.

L'aréomètre bien nettoyé et séché est alors introduit soigneusement dans l'huile, en le tenant par son extrémité supérieure. En appuyant, on le fait plonger d'environ 2 cm plus bas que la position d'équilibre et on le laisse remonter lentement et atteindre sa position d'équilibre. La température de l'huile peut être amenée à la valeur désirée en plongeant le cylindre dans de l'eau froide ou chaude.

Pour lire le poids spécifique sur l'échelle de l'aréomètre, on regarde le niveau de l'huile obliquement depuis dessous et on lève la tête jusqu'à ce que le niveau apparaisse comme une ligne droite; l'endroit où cette droite coupe l'échelle indique le poids spécifique cherché.

Avant la lecture, on doit vérifier si le cylindre est bien perpendiculaire et si l'aréomètre ne touche nulle part la paroi du cylindre.

b) Détermination par pycnomètre. On détermine tout d'abord le poids à vide du pycnomètre nettoyé et séché, déduction faite de l'air qu'il contient (12 mg pour 10 cm³). Ensuite, on remplit le pycnomètre d'eau distillée bouillie, on met en place le thermomètre et on met le pycnomètre dans un bain-marie à 20° C, muni également d'un thermomètre étalonné. Lorsque les deux thermomètres indiquent la même température, on enlève au papier-filtre l'eau qui dépasse la marque (sans sortir le pycnomètre du bain-marie), on place le bouchon en verre sur la colonne montante, on le sèche à l'aide d'un chiffon sans fibrilles et on le pèse. En déduisant le poids à vide du pycnomètre (moins le poids de l'air contenu) du poids du pycnomètre rempli d'eau, on obtient le poids de l'eau contenue et ainsi le volume du pycnomètre à 20° C. Le volume correspondant à 4° C s'obtient en multipliant par 1,001744 la valeur trouvée pour 20° C. Le volume déterminé de la sorte sert de base pour le calcul du poids spécifique de l'échantillon d'huile à essayer.

Après avoir été vidé et séché à nouveau, le pycnomètre est rempli d'huile à 20° C et pesé, de la même manière que pour l'eau distillée. Le quotient du poids de l'huile déterminé et du volume corrigé est le poids spécifique de l'huile à essayer à 20° C.

3° *Le point d'éclair.* On entend par point d'éclair la température à laquelle s'enflamment les vapeurs qui commencent déjà à se dégager de l'huile avant le point d'ébullition, lorsque l'échauffement est soigneusement conduit. La détermination du point d'éclair se fait selon Marcusson en creuset ouvert (figure 1). L'appareil comporte une cuvette

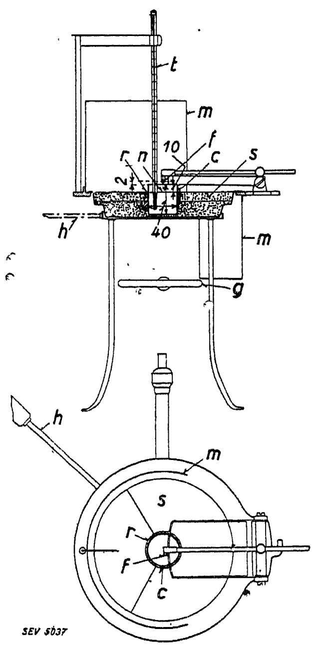


Fig. 1.
Appareil de Marcusson pour la détermination du point d'éclair.

s	Bain de sable.	*m*	Ecrans.
c	Creuset en porcelaine.	*t*	Thermomètres.
r	Anneau centré.	*g*	Brûleur.
n	Niveau de l'huile.	*h*	Poignée.
f	Flamme d'allumage.		

s à bain de sable sur trépied et un creuset cylindrique en porcelaine *c* de 4 cm de diamètre et de hauteur, dans lequel on verse l'huile à essayer. Un anneau centré *r* sert à placer le creuset dans le bain de sable. La cuvette est munie d'un support pour le thermomètre *t* et d'un dispositif pour guider horizontalement la flamme d'allumage *f*. Deux écrans *m* recouverts d'amiante servent à éviter des courants d'air au creuset ouvert et à empêcher que les résultats des mesures soient influencés par la chaleur montant de la source de chaleur. Pour procéder à l'essai, on remplit d'huile le creuset en porcelaine jusqu'à une marque à 10 mm du rebord, on place le creuset dans l'anneau et on l'enfonce dans le sable fin jusqu'à la hauteur du niveau de l'huile. On place alors le thermomètre de telle sorte que sa boule plonge entièrement dans l'huile, sans cependant toucher le fond, ni la paroi du creuset. Le bain de sable est alors chauffé par le brûleur réglable *g*. Jusqu'à 120° C, l'accroissement de la température peut être de 4 à 5° C par minute; au-dessus de 120° C jusqu'à l'inflammation, l'accroissement ne doit pas dépasser 2° C par minute. De degré en degré, la petite flamme *f* horizontale, réglée à une longueur de 5 mm, est passée lentement une seule fois dans les deux sens au-dessus du creuset. Le point d'éclair est alors la température à laquelle on observe pour la première fois une inflammation des vapeurs dégagées par l'huile. Cet essai doit être exécuté à deux reprises; les valeurs obtenues ne doivent pas s'écarter de plus de 2° C. On doit utiliser chaque fois de l'huile fraîche.

4° *Le point de congélation.* On entend par point de congélation la température à laquelle, pendant 10 secondes, il ne se produit plus de modification (formation de bourrelet) à la surface de l'huile contenue dans l'éprouvette, lorsqu'on incline celle-ci en position horizontale.

Avant de déterminer le point de congélation, l'huile doit être chauffée pendant 30 minutes à 50° C dans un bain-marie, puis ramenée à la température ambiante. A l'aide d'une pipette, on transvase l'huile ainsi préparée dans une éprouvette de 18 cm de long et de 4 cm de diamètre intérieur, jusqu'à ce que la marque circulaire à environ 4,5 cm soit atteinte. Ce faisant, l'huile ne doit pas couler le long de la paroi du verre.

Un thermomètre gradué de — 50 à + 20° C passant à travers un bouchon parfaitement adapté à l'éprouvette est introduit au centre de l'huile, de telle sorte que le centre de sa boule soit à environ 2 cm au-dessus du point le plus bas de l'éprouvette. L'éprouvette est enfoncée pendant au moins 10 minutes dans un mélange réfrigérant d'environ — 35° C (alcool refroidi par neige carbonique), de sorte que le niveau du réfrigérant soit plus élevé que celui de l'huile de l'éprouvette. Lorsque le thermomètre dans l'huile indique — 30° C, on sort l'éprouvette du réfrigérant à l'aide d'un support calorifuge; s'il se forme encore un bourrelet à la surface de l'huile lorsque l'éprouvette est inclinée horizontalement, l'éprouvette est remise dans le réfrigérant et refroidie par addition de neige carbonique à une température plus basse, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de bourrelet lorsque l'éprouvette est inclinée. La température observée à ce moment-là est celle du point de congélation.

5° *La viscosité.* L'indication de la viscosité à la température ambiante ne caractérise pas suffisamment une huile; la viscosité devrait donc être indiquée au moins pour les trois températures de 20, 50 et 80° C. Dans les cas spéciaux, la viscosité est également déterminée à 0° C, si le commettant le demande.

Actuellement, les méthodes empiriques sont de plus en plus remplacées par la méthode de détermination de la viscosité absolue. La viscosité absolue est désignée par viscosité dynamique ou cinématique (V_c) et son unité est la «poise», ou le «stokes», en l'honneur du médecin français Poiseuille et du physicien anglais Stokes, qui ont rendu de grands services dans l'étude de la viscosité. La centième partie de l'unité est la centipoise (cp), ou le centistokes (cst), d'un usage plus pratique. Le viscosimètre de Höppler, décrit ci-après à titre d'exemple, est basé sur la chute excentrique d'une sphère en métal ou en verre dans un cylindre creux rempli d'huile à essayer.

Cet appareil se compose d'un tube en verre calibré avec précision (tube de chute), muni de deux marques circulaires et rempli d'huile à essayer (sans bulles). Le diamètre de la sphère placée dans le tube dépend de l'ordre de grandeur

de la viscosité. Le tube est entouré d'un large cylindre en verre. L'espace compris entre le tube et le cylindre est rempli d'eau ou de glycérine que l'on peut chauffer à une température quelconque entre 10 et 200° C par une résistance de chauffe électrique.

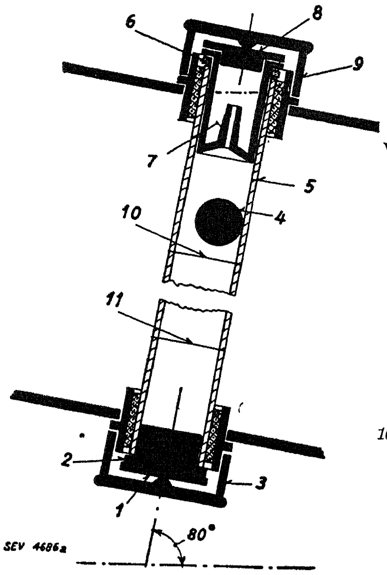


Fig. 2.
Viscosimètre de Höppler.
1 Bouchon métallique.
2, 6 Etanchéités.
3, 9 Couvercles filetés.
4 Sphère en métal ou en verre.
5 Tube de chute en verre.
7, 8 Manchons de fermeture en métal, avec couvercle.
10, 11 Marques délimitant le trajet de chûte.

L'appareil est monté sur un support, de telle sorte que l'axe du tube de chute soit incliné de 80° sur l'horizontale, ce qui assure la chute excentrique de la sphère dans l'huile. En tournant l'appareil de 180° C autour de l'axe de rotation du support, la sphère se trouve dans sa position supérieure et commence à glisser le long de la paroi inclinée du tube; on note le temps du parcours de la sphère entre les deux marques circulaires. La vitesse de chute ne doit pas dépasser une certaine valeur (diamètre de sphère adapté à la viscosité), sinon l'écoulement serait turbulent au lieu d'être laminaire, et les résultats seraient faussés.

A l'aide d'un tableau d'étalonnage, la durée de chute déterminée donne par interpolation la valeur du module de viscosité (coefficient de frottement interne 7), c'est-à-dire la viscosité absolue. Celle-ci indique quelle est la force nécessaire en dynes pour maintenir en mouvement à la vitesse de 1 cm/s la couche supérieure parallèlement à la couche inférieure d'une couche de liquide offrant une surface de 1 cm² et une hauteur de 1 cm. Cette constante dynamique (poise) présente donc la dimension $cm^{-1} \cdot g \cdot s^{-1}$ et la viscosité cinématique (stokes) la dimension $cm^2 \cdot s^{-1}$.

L'eau à 20,2° C présente une viscosité absolue de 1 cp.

Il va de soi que la viscosité absolue peut être également déterminée avec d'autres appareils, par exemple le viscosimètre de Vogel-Ossag. Le viscosimètre de Höppler assure toutefois la plus faible erreur de mesure.

6° *La rigidité diélectrique.* Avant cet essai, l'huile doit reposer pendant une demi-heure en vase couvert. A la température du local, on applique ensuite entre deux sphères de 12,5 mm de diamètre écartées de 5 mm une tension alternative d'une valeur efficace variant de 0 à 30 kV, à la vitesse de 1 kV par seconde. La tension alternative efficace de 30 kV est maintenue ensuite pendant 30 min. Durant les 5 dernières minutes, il ne doit se produire ni étincelles de décharge, ni bruit quelconque.

L'appareil d'essai est un éclateur à sphères (fig. 3). Avant l'essai, l'appareil doit être nettoyé à l'essence, rincé à l'éther et séché par léger chauffage ou soufflage. On le rince ensuite avec une partie de l'huile à essayer et on le remplit d'huile fraîche, jusqu'à ce que les sphères *e* soient recouvertes de 2 à 3 cm d'huile.

En versant l'huile dans le récipient, il est difficile d'éviter l'entraînement de bulles d'air et d'humidité, aussi l'échantillon d'huile doit-il reposer un certain temps avant que l'on procède à l'essai de détermination de la rigidité diélectrique. Le récipient doit donc être placé d'avance à l'endroit où l'essai sera exécuté, et recouvert d'une plaque en verre.

Lorsque l'huile renferme des traces d'eau, des étincelles de décharge détonantes se produisent souvent à des tensions relativement peu élevées, mais sans amorcer d'arc permanent. Si la quantité d'humidité n'est pas importante, l'eau se vaporise sous l'action des étincelles électriques, de sorte que l'huile peut supporter l'essai subséquent sans autres claquages. Mais si le degré d'humidité de l'huile est trop élevé ou si l'huile présente des impuretés, les claquages se poursuivent même après un essai de tension de longue durée.

La rigidité diélectrique de l'huile dépendant d'un grand nombre de facteurs, dont plusieurs ne sont pas encore bien déterminés, on a renoncé à introduire la résistance à la perforation comme critère pour l'appréciation de l'huile. Il est cependant probable qu'on obtienne, pour un échantillon d'huile donné, des valeurs plus régulières pour la résistance à la perforation, lorsque l'huile est soumise après l'essai de tension (par lequel il semble que les caractéristiques de l'huile deviennent plus homogènes au point de vue rigidité diélectrique) à un nouvel accroissement de tension à raison de 1 kV/s, jusqu'à perforation. Afin de pouvoir réunir un plus grand nombre d'expériences à ce sujet, il est donc recommandé de procéder à cet essai complémentaire et d'indiquer également la tension de perforation ainsi déterminée. Pour l'instant, cette valeur ne constitue pas un critère pour le maintien des normes.

7° *Essai quantitatif de la teneur en acides organiques (indice d'acidité).* On verse 20 cm³ d'huile dans un matras forme Erlenmeyer en verre d'Jéna de 300 cm³ et l'on ajoute 70 à 100 cm³ d'un mélange neutralisé de 1 partie d'alcool à 96 % et de 2 parties de benzol pur, auquel est ajouté environ 2 cm³ d'indicateur (teinture bleue de tournesol 6 B à 2 %). En agitant le contenu du matras, on verse goutte à goutte de la solution de potasse caustique normale à 1/10, contenue dans une éprouvette graduée, jusqu'à ce que le contenu du matras présente nettement une coloration rouge, qui ne disparaît pas après avoir agité le matras pendant 10 secondes. En désignant par *n* (KOH) le nombre de cm³ de solution de potasse caustique à 1/10 nécessaires pour neutraliser l'huile, et par γ le poids spécifique de l'huile, l'indice d'acidité *S* se calcule à l'aide de la formule

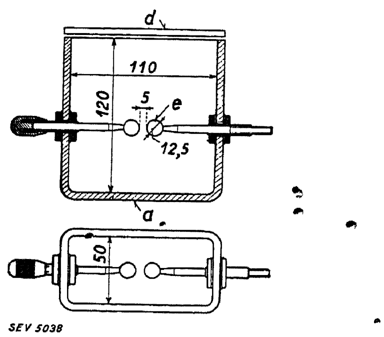


Fig. 3.
Eclateur à sphères.
a Récipient en verre. *e* Electrodes. *d* Couvercle en verre.

$$S = \frac{\text{Poids de KOH (mg)}}{\text{Poids de l'huile (g)}} = \frac{n \text{ KOH} \cdot 5{,}615}{\gamma \cdot 20}$$

8° *Essai de vieillissement.*

Appareillage d'essai. Récipient en cuivre électrolytique avec couvercle en cuivre perforé, dont les dimensions sont indiquées sur le croquis ci-après. Pour éviter des dépôts de boues et faciliter le nettoyage, les arêtes du fond du récipient sont arrondies.

Après nettoyage, ce récipient en cuivre est rempli de la quantité d'huile indiquée plus loin et placé dans un bain d'huile dont la température est réglée automatiquement.

Pour le nettoyage des récipients en cuivre, on ne doit pas utiliser des acides, ni d'autres réactifs chimiques. Après un premier nettoyage à l'essence, au benzol ou au chloroforme, les récipients doivent être polis soigneusement à la

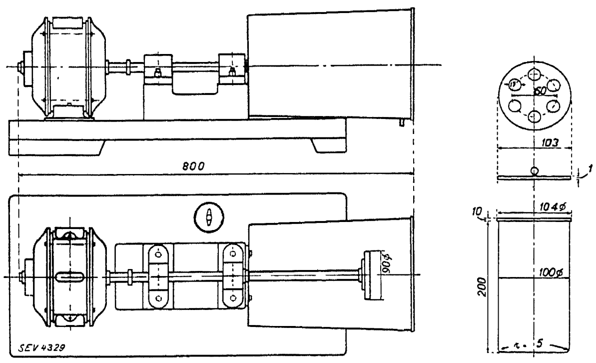


Fig. 4.
Dispositif pour le nettoyage des récipients en cuivre. — Récipient en cuivre.

craie lévigée, de même que le dessous du couvercle perforé. Les données pour la craie lévigée sont les suivantes: 1 g de craie lévigée dans l'eau doit se déposer complètement en 2 heures dans un tube de Eggertz de 25 cm³.

Le nettoyage peut se faire commodément avec l'appareil indiqué en figure 4, qu'il est facile de construire soi-même. Pour ce nettoyage, on procède comme suit: On prépare avec la craie lévigée et de l'eau une pâte assez consistante. Le disque de l'appareil de nettoyage est recouvert d'une étoffe de laine, comme on le fait pour le polissage des préparations métalliques destinées aux microphotographies. On met de la pâte dans le récipient en cuivre et on en enduit également le disque. Ensuite, on passe le récipient sur le disque, qui le nettoie ainsi. Les arrondis des angles sont choisis de telle sorte qu'ils peuvent être également polis parfaitement. Après quoi, le récipient et le couvercle sont rincés à l'eau distillée, puis séchés à l'aide d'un chiffon propre, de coton ou de papier à filtrer. Le récipient doit alors être immédiatement rempli d'huile à essayer.

Méthode d'essai. L'essai s'effectue sur 1000 cm³ d'huile. La température du bain d'huile dans lequel les récipients de cuivre sont logés doit être maintenue entre 110° C et 112° C, la température de l'huile examinée atteignant alors 110° C. Pour la lecture de la température, la colonne de mercure du thermomètre doit être sortie aussi peu que possible de l'huile.

Pour éviter des actions d'ordre photochimiques, le thermostat doit être placé dans une niche sombre et bien ventilée. Lorsqu'une obscurité complète n'est pas réalisable, on devra disposer au moins d'une lumière diffuse.

L'huile de chauffage du thermostat doit être au même niveau que celui de l'huile à essayer dans les récipients suspendus. On veillera à ce qu'aucun corps étranger (poussières, etc.) ne puisse tomber dans les récipients en cuivre au cours de l'essai.

Après 3 jours et après 7 jours, on prendra chaque fois 3 éprouvettes d'environ 30 cm³ de l'huile essayée, sans la refroidir, mais après un brassage énergique à l'aide d'un bâtonnet en verre parfaitement propre. La première éprouvette est conservée, tandis que la seconde est utilisée pour la détermination de l'indice d'acidité et la troisième pour la détermination de la teneur en boues.

Détermination de l'indice d'acidité. Après avoir reposé pendant 24 heures dans l'obscurité à la température du local, l'huile est filtrée et on procède sur environ 10 à 20 g de filtrat à la détermination de l'indice d'acidité selon la méthode habituelle.

Détermination de la teneur en boues. L'éprouvette d'huile réservée à cet effet est maintenue pendant 2 heures (jusqu'à ce qu'elle soit refroidie) dans l'obscurité à la température du local, pesée, étendue de 4 parties d'éther de pétrole (entrant en ébullition à 30—50° C) [1]), reposée à nouveau pendant 22 heures dans l'obscurité, filtrée dans un filtre en verre d'Jéna à pores très fines ou dans un entonnoir avec plaque en porcelaine poreuse, puis lavée très soigneusement à l'éther de pétrole. Après filtration et lavage, on fait passer un jet d'air pendant quelques secondes, puis l'entonnoir de filtration est séché avec les boues pendant une demi-heure dans une étuve à 105—110° C, refroidi, pesé et la teneur en boues déterminée en pourcents. Pour la détermination de la teneur en boues, il est important que l'huile soit bien agitée avant la prise d'éprouvette, que les dépôts sur le fond et aux parois du récipient en cuivre soient enlevés et répartis uniformément dans l'huile.

Action sur le fil de coton. Pour pouvoir déterminer l'action de l'huile sur l'isolation, on place encore dans les récipients en cuivre deux mandrins de cuivre poli de 5 mm de diamètre et de 190 mm de longueur, sur lesquels est enroulé un fil de coton n° 90/2. Pour connaître l'irrégularité du fil, on procède à 20 essais de rupture à l'état de la livraison, en plaçant pendant 12 heures une longueur de fil appropriée dans l'huile isolante, puis en la séchant superficiellement avec un papier-filtre. Lors de l'appréciation des résultats des essais, on doit tenir compte de l'irrégularité du fil ainsi déterminée. Après 3 jours et après 7 jours, en même temps que la prise des éprouvettes, on enlève de chaque récipient un des deux mandrins, dont on supprime la plus grande partie de l'huile à l'aide de papiers-filtres.

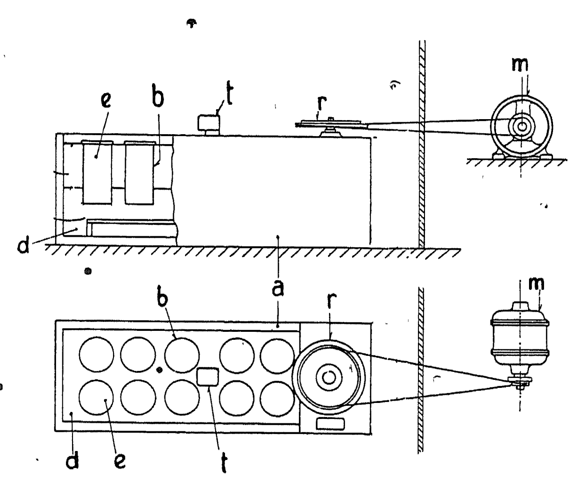


Fig. 5.
Appareil pour l'essai de vieillissement.

a Armoire chauffante.
d Agent calorifique.
b Récipients d'essai en cuivre.
e Echantillon d'huile chaude.
t Réglage automatique de la température.
r Agitateur.
m Moteur d'entraînement de l'agitateur.

Après refroidissement (environ 1 heure), on détermine la résistance du fil à la rupture. La diminution de la résistance est indiquée en pourcents de la résistance primitive du fil. Cette dernière, qui peut varier sensiblement, doit être très fréquemment contrôlée, de préférence avant chaque essai d'huile. Le fil doit être enroulé très soigneusement autour des mandrins, d'une façon régulière, en une seule couche sans recouvrement et ne pas être soumis à une trop forte traction.

[1]) L'éther de pétrole peut être également remplacé par de l'essence normale selon Kahlbaum.

Lors de la détermination de la résistance à la rupture, on doit veiller à ce que le fil ne soit pas aplati au cours de sa fixation à l'appareil d'essai de rupture; en outre, la traction doit être lente et régulière et toujours du même genre. Le calcul de l'irrégularité des divers essais par rapport à la moyenne s'obtient selon la formule de Sommer:

$$\frac{2 \cdot m\,(A - B)}{n \cdot A} \cdot 100$$

où:

m nombre des valeurs inférieures à la moyenne générale,

n nombre total des essais,

A moyenne générale,

B moyenne des valeurs inférieures à la moyenne générale.

Nous publions ci-après une série de «conditions techniques» pour divers appareils et matériel, et rappelons que ces conditions ne sont que des *recommandations*, raison pour laquelle il n'a été prévu aucun délai d'introduction pour leur mise en vigueur. Malgré cela, nous prions vivement tous ceux qui achètent du matériel visé par ces conditions, de laisser aux fabricants le temps nécessaire pour conformer leur fabrication à ces conditions et de leur permettre de liquider sans pertes leurs stocks actuels.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les plaques de cuisson à chauffage électrique.

(Approuvées par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, le 13 décembre 1935, et entrant en vigueur le 1er janvier 1936.)

Les différents caractères du texte ont les significations suivantes:

a) Normal: Conditions proprement-dites.

b) *Italiques: Prescriptions pour les essais permettant de constater le maintien des conditions.*

c) Petit: Commentaires.

Remarque préliminaire.

Les essais sont effectués dans l'ordre des paragraphes suivants.

§ 1. Domaine d'application.

Ces conditions ne concernent que les plaques de cuisson comportant un enroulement de chauffe logé entièrement dans une matière isolante, pour cuisinières électriques pour tension nominale jusqu'à 380 V, y compris les réchauds à une seule plaque.

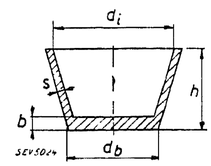
Pour les constructions spéciales, ces exigences s'appliquent en conséquence.

§ 2. Terminologie.

On entend par *température ambiante* une température de l'air ambiant de 20 ± 5° C.

On entend par *état froid* des plaques de cuisson, leur état à la température ambiante à la suite d'un séjournement d'une durée correspondante.

On entend par *état chaud* des plaques de cuisson, l'état où elles se trouvent 5 minutes après que la quantité normale d'eau froide du récipient de cuisson posé sur la plaque a atteint sa température d'ébullition (service de la plaque de cuisson à l'allure de chauffe maximum à la puissance nominale). Les récipients de cuisson utilisés dans ce cas sont les récipients suivants en aluminium, caractérisés par leur résistance maximum aux déformations, et dont le fond ne présente aucun retrait supérieur à 0.05 mm par rapport au plan parfait (les saillies sont inadmissables).



Récipient No.	Cotes approximatives en mm					Poids env. kg
	d_i	d_b	h	b	s	
1	300	300	200	10	2	3,5
2	220	220	110	10	2	1,4
3	180	180	110	9	2	1,0
4	160	160	100	9	2	0,8
5	145	145	100	8	2	0,7

On entend par *quantité normale d'eau* d'un récipient de cuisson 2 litres pour l'essai d'une plaque de 1200 W et 3 litres pour l'essai d'une plaque de 1800 W. Pour les plaques d'autres puissances, la quantité normale d'eau est déterminée proportionnellement; si le chiffre ainsi obtenu est fractionnaire, la quantité d'eau est arrondie au décilitre entier inférieur.

On entend par *durée de cuisson* le temps nécessaire pour échauffer une certaine quantité d'eau de 20 à 95° C, la puissance absorbée étant constamment réglée à la valeur nominale.

§ 3. Exigences d'ordre général.

Les plaques de cuisson doivent répondre aux §§ 15, 40 à 43, 45, 75 à 79, 94 et 101 des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures.

Le contrôle consiste à examiner les plaques.

Un essai de durée des plaques de cuisson n'est pas prévu.

§ 4. Désignations et dimensions.

Les dimensions et les désignations doivent correspondre à celles des feuilles de normes SNV 24430 à 24433 établies par l'Association Suisse de Normalisation (SNV). Pour les lignes de fuite et les distances dans l'air, on se base sur les prescriptions correspondantes relatives au matériel d'installation pour locaux humides (voir par exemple les normes de l'ASE pour interrupteurs, §11).

Le contrôle consiste à examiner les plaques et à vérifier les dimensions.

§ 5. Constitution de la surface de chauffe.

A l'état froid, la surface de chauffe ne doit pas s'écarter de plus de 0,1 mm du plan parfait.

La constatation de l'écart maximum par rapport au plan parfait se fait en posant diamétralement une règle ou une jauge plane et avec une jauge à lames.

§ 6. Puissance absorbée.

Toutes les allures de chauffe doivent correspondre avec une tolérance de ± 5 % aux valeurs stipulées dans la feuille de normes SNV 24433.

Le contrôle se fait sous tension nominale, en partant de l'état chaud de la plaque de cuisson. On mesure successivement la puissance absorbée à toutes les allures de chauffe, en commençant par l'allure maximum pour finir par l'allure la plus faible.

L'essai de la puissance absorbée des plaques de cuisson dont les puissances nominales ne correspondent pas aux valeurs stipulées dans la feuille de normes SNV 24 433, est

effectué de la même manière. L'attestation d'essai doit alors mentionner expressément que la puissance absorbée par la plaque de cuisson en question diffère des normes SNV.

§ 7. Essai d'isolement après séchage.

La plaque de cuisson doit supporter une tension d'essai de 1500 V courant alternatif à 50 pér./s, pendant une minute.

La plaque ayant été séchée pendant 15 minutes à l'allure de chauffe maximum sous tension nominale, puis refroidie naturellement pendant une heure à la température ambiante, la tension d'essai est appliquée entre l'enroulement de chauffe et les parties métalliques de la plaque mises à la terre. L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

§ 8. Détermination du rendement et de la durée de cuisson.

Le rendement est déterminé pour l'allure de chauffe maximum de la plaque de cuisson à la puissance nominale, en partant une fois de l'état froid et une autre fois de l'état chaud. Les récipients d'essai sont des récipients de cuisson en aluminium selon § 2. Le récipient d'essai doit avoir un fond de même diamètre que la plaque de cuisson, et la quantité d'eau doit être normale. Pour déterminer le rendement, le récipient de cuisson doit être couvert et muni d'un brasseur et d'un thermomètre. On détermine la durée de cuisson et on calcule le rendement d'après l'énergie calorifique absorbée par l'eau et l'énergie électrique fournie. Dans ce calcul, on ne tient pas compte de la réduction du poids de l'eau par suite de l'évaporation, ni de toutes les pertes de chaleur.

La réduction du poids de l'eau est généralement inférieure à 1 ‰, et le rapport entre l'énergie absorbée pour l'évaporation et l'énergie totale fournie est inférieur à 0,5 %.

§ 9. Essai d'isolement, à chaud.

La plaque de cuisson doit supporter une tension d'essai de 1500 V courant alternatif à 50 pér./s, pendant une minute.

L'essai d'isolement doit être effectué à l'état chaud, 5 s après le déclenchement. L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

§ 10. Durée de cuisson pour petites quantités d'eau.

En partant de plaques froides, les durées de cuisson sont déterminées selon § 8, pour les quantités d'eau suivantes:

Diamètre de la plaque de cuisson en mm	Récipient de cuisson (selon § 2) No.	Quantité d'eau en l
220	3	1,0
	4	0,5
180	4	1,0
	4	0,5

Pour les constructions spéciales, on doit utiliser toutefois des récipients correspondants aux plaques de cuisson spéciales.

Pour cet essai, les récipients de cuisson doivent être placés concentriquement sur les plaques de cuisson.

§ 11. Mesure du courant de fuite, à l'état chaud.

Le courant de fuite des plaques de cuisson pour une tension nominale jusqu'à 250 V ne doit pas dépasser 10 mA; pour les plaques pour tensions nominales supérieures, jusqu'à 380 V, il ne doit pas dépasser 20 mA.

Selon les prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, les appareils pour une tension jusqu'à 20 % supérieure à 250 V doivent toutefois être traités comme les appareils pour une tension de 250 V.

Pour déterminer le courant de fuite, la plaque de cuisson est chauffée pendant une heure sous 1,1 fois la tension nominale. Le dispositif de mesure est celui de la fig. 1, le milliampèremètre étant raccordé à l'une ou à l'autre des amenées de courant à l'aide du commutateur unipolaire.

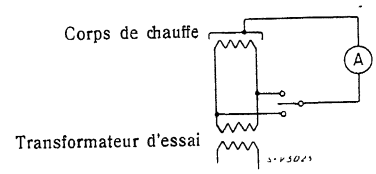


Fig. 1.

Le courant de fuite maximum déterminé au cours de cet essai ne doit pas dépasser la valeur admissible prescrite.

§ 12. Mesure du courant de fuite, à l'état humide.

Les valeurs limites du courant de fuite indiquées au § 11 ne doivent également pas être dépassées quand les plaques de cuisson sont humides.

Le traitement à l'humidité est effectué conformément aux dispositions relatives au matériel d'installation pour locaux humides indiquées dans les normes de l'ASE (p. ex. normes pour interrupteurs). Le courant de fuite est ensuite mesuré en chauffant la plaque de cuisson à sec pendant 15 minutes sous tension nominale, selon § 11. Le courant de fuite maximum déterminé au cours de cet essai ne doit pas dépasser la valeur admissible prescrite au § 11.

§ 13. Essai de résistance à la déformation.

Au cours de l'essai de résistance à la déformation, la surface de chauffe de la plaque de cuisson doit rester plane. A la suite de cet essai, les écarts par rapport au plan parfait ne doivent pas dépasser 0,2 mm en retrait, ni 0,1 mm en saillie.

La plaque de cuisson non recouverte est branchée à 10 reprises pendant 30 minutes à l'allure de chauffe maximum, sous 1,1 fois la tension nominale, avec arrêts entre chaque reprise pour permettre un refroidissement à la température ambiante. Immédiatement après le dernier chauffage, ainsi qu'après le refroidissement à la température ambiante, la déformation de la surface de chauffe est mesurée à l'aide d'une jauge (à chaud) et d'une règle (à froid). Au cas où l'écart par rapport au plan parfait dépasserait 0,1 mm en saillie, resp. 0,2 mm en retrait, on répétera la mesure du rendement et la mesure de la durée de cuisson selon § 8.

§ 14. Essai d'isolement à la suite de l'essai de résistance à la déformation.

A la suite de l'essai de résistance à la déformation et après refroidissement à la température ambiante, la plaque de cuisson doit supporter une tension d'essai de 1500 V, 50 pér./s, pendant une minute.

L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les cuisinières électriques de ménage.

(Approuvées par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, le 13 décembre 1935, et entrant en vigueur le 1er janvier 1936.)

Les différents caractères du texte ont les significations suivantes:

a) Normal: Conditions proprement-dites.

b) Italiques: Prescriptions pour les essais permettant de constater le maintien des conditions.

c) Petit: Commentaires.

Remarque préliminaire.

Les essais sont effectués dans l'ordre des paragraphes suivants.

§ 1. Domaine d'application.

Ces conditions concernent les cuisinières électriques de ménage avec ou sans four, pour une tension nominale jusqu'à 380 V.

Pour les constructions spéciales, ces exigences s'appliquent en conséquence.

§ 2. Terminologie.

On entend par *température ambiante* une température de l'air ambiant de 20 ± 5° C.

On entend par *cuisinière à cuvette fixe* une cuisinière munie d'un fond intermédiaire fixe, complètement fermé, disposé sous les plaques de cuisson.

On entend par *cuisinière à tôle amovible* une cuisinière munie de tôles amovibles destinées à empêcher que les aliments ne pénètrent à l'intérieur.

Parmi les corps de chauffe du four, on distingue entre le *chauffage du haut* et le *chauffage du bas*. Un corps de chauffe est dit «*logé à l'extérieur*» lorsqu'il est monté dans la paroi du four, et «*logé à l'intérieur*» lorsqu'il est monté dans le four lui-même.

§ 3. Exigences d'ordre général.

Les cuisinières doivent répondre aux §§ 15, 40 à 43, 45, 75 à 79, 94, 95 et 98 des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures.

Les plaques de cuisson de ces cuisinières doivent satisfaire aux conditions pour plaques de cuisson à chauffage électrique.

Les fiches et les cordons de raccordement doivent répondre aux normes de l'ASE. Les cordons de raccordement doivent être assurés à leur entrée dans la cuisinière contre tout déplacement (traction, choc et torsion).

Les commutateurs des cuisinières doivent répondre aux normes de l'ASE pour interrupteurs exposés à la chaleur.

Les poignées des commutateurs doivent être en matière isolante ou, si elles sont en métal, séparées des parties sous tension par interposition d'un membre isolant, de façon à exclure tout passage de tension à l'organe de commande, au cas où l'isolation des contacts contre l'axe du commutateur serait défectueuse.

Le contrôle consiste à examiner l'objet ou à l'essayer, conformément aux prescriptions correspondantes. A l'exception de l'essai selon § 9, les plaques de cuisson sont sorties de la cuisinière.

§ 4. Désignations, dimensions et schémas des connexions.

Les dimensions, les schémas des connexions et les désignations doivent correspondre à ceux des feuilles de normes SNV 24432 à 24436 établies par l'Association Suisse de Normalisation (SNV). On doit pouvoir introduire facilement une plaque d'essai en tôle de 315 mm de largeur et de 2 mm d'épaisseur dans le four; d'autre part, cette plaque d'essai ne doit pas tomber entre les glissières.

Le contrôle consiste à examiner l'objet et à vérifier les dimensions.

§ 5. Puissance absorbée par le four.

La puissance installée totale des corps de chauffe doit correspondre avec une tolérance de ± 5 % aux valeurs stipulées dans la feuille de normes SNV 24433.

Le contrôle se fait sous tension nominale, après que les corps de chauffe du four ont fonctionné pendant 15 minutes à l'allure de chauffe maximum. On détermine non seulement la puissance absorbée des deux corps de chauffe du four, mais on mesure également successivement toutes les allures de chauffe du chauffage du haut et du chauffage du bas, en commençant par l'allure maximum pour finir par l'allure la plus faible.

§ 6. Essai d'isolement après séchage.

Les corps de chauffe du four, ainsi que tous les conducteurs et commutateurs de la cuisinière doivent supporter une tension d'essai de 1500 V courant alternatif à 50 pér./s, pendant une minute.

Le contrôle se fait à la suite de la mesure de la puissance absorbée, après refroidissement naturel pendant une heure, la porte du four ayant été ouverte. Tous les commutateurs de réglage sont amenés à leur position de chauffe maximum. La tension d'essai est appliquée entre les parties sous tension et les parties métalliques de la cuisinière mises à la terre. L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

§ 7. Caractéristiques de chauffe et de refroidissement.

Fonctionnant à sec, le four doit atteindre au plus en 15 minutes une température moyenne de 200° C.

a) Le four est mis en fonctionnement à sec à pleine tension de chauffe pendant une heure, la puissance absorbée étant réglée de façon qu'elle corresponde exactement à la valeur nominale. 5 couples thermoélectriques sont disposés selon la fig. 1 dans un plan horizontal à mi-hauteur du four. A l'aide des températures ainsi mesurées, on détermine la variation de la température moyenne du four pendant le fonctionnement à sec.

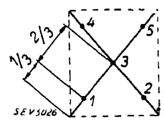


Fig. 1.

b) Après avoir amené le four de l'état froid à une température moyenne de 300° C en service à la puissance nominale, on détermine la caractéristique de refroidissement pendant 2 heures à l'aide de mesures de la température selon a).

§ 8. Essai d'isolement, à chaud.

Les corps de chauffe du four, ainsi que tous les conducteurs sous courant et les commutateurs de la cuisinière, doivent supporter à l'état chaud une tension d'essai de 1500 V, 50 pér./s, pendant une minute.

Le contrôle se fait après avoir fait fonctionner les corps de chauffe du four à la tension nominale pendant 15 minutes. L'essai s'exécute comme indiqué au § 6.

§ 9. Mesure de la température aux poignées et aux amenées de courant.

Au cours du service de la cuisinière décrit ci-après, avec plaques de cuisson mises en place, les températures des poignées des commutateurs et des portes ne doivent pas dépasser les valeurs admissibles suivantes, la température ambiante étant de 25° C.

	Temp. admissibles en °C
Aux poignées en	
résine artificielle moulée	100
matière céramique	80
métal	60
Aux introductions de la ligne de raccordement et aux bornes de raccordement . .	80

Les plaques de cuisson présentant la puissance nominale la plus élevée doivent être placées du côté de service de la cuisinière. Tous les corps de chauffe sont mis en fonctionnement pendant 30 minutes à l'allure de chauffe maximum, puis pendant 30 minutes à l'allure de chauffe minimum, sous ten-

sion nominale. On place sur les plaques de cuisson des récipients remplis de la quantité d'eau normale, et on introduit dans le four une plaque à gâteau remplie de 1,5 l d'eau. Les températures aux poignées, à l'introduction de la ligne de raccordement et aux bornes de raccordement sont déterminées à l'aide de couples thermoélectriques.

§ 10. Essai d'isolement, à l'état humide.

A la suite de l'essai selon § 9, les corps de chauffe du four, ainsi que les conducteurs sous courant et les commutateurs de la cuisinière, doivent supporter, après refroidissement de 2 heures à la température ambiante, une tension d'essai de 1500 V courant alternatif à 50 pér./s, pendant une minute (les plaques de chauffe étant enlevées).

L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle, conformément aux conditions d'essai selon § 6.

§ 11. Mesure du courant de fuite, à l'état humide.

Le courant de fuite des corps de chauffe du four ne doit pas dépasser, à l'état humide des chauffages du haut et du bas, une valeur de 10 mA dans les cuisinières pour tensions nominales jusqu'à 250 V, ou de 20 mA dans les cuisinières pour tensions nominales plus élevées jusqu'à 380 V.

Selon les prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, les appareils pour une tension jusqu'à 20 % supérieure à 250 V doivent toutefois être traités comme les appareils pour une tension nominale de 250 V.

Après un refroidissement pendant 24 heures avec porte du four fermée, à la suite de l'essai selon § 9, le courant de fuite est mesuré pendant 15 minutes de chauffe du four fonctionnant à sec et avec porte ouverte, sous tension nominale. Le dispositif de mesure est celui de la fig. 2, le milliampèremètre étant raccordé à l'une ou à l'autre des amenées de

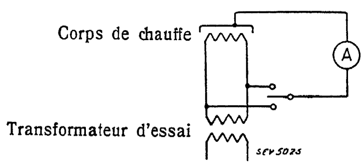


Fig. 2.

courant à l'aide du commutateur unipolaire. Le courant de fuite maximum déterminé au cours de cet essai ne doit pas dépasser la valeur admissible prescrite.

§ 12. Essai de surcharge.

Au cours de l'essai de surcharge décrit ci-après, les corps de chauffe du four ne doivent pas subir d'avaries. A une température ambiante de 25° C, les parois en bois montées à une distance de 80 mm de la paroi de la cuisinière ne doivent pas présenter de température supérieure à 100° C.

Le four est mis en fonctionnement à sec à l'allure de chauffe maximum pendant une heure sous 1,1 fois la tension nominale. A 80 mm de la paroi arrière et d'une paroi latérale de la cuisinière, se trouvent deux parois en bois qui dépassent d'au moins 20 cm au-dessus et à côté de la paroi de la cuisinière. La température maximum de ces parois en bois est déterminée à l'aide de couples thermoélectriques. Le cas échéant, on doit enlever pour cet essai les plaques amovibles.

§ 13. Mesure du courant de fuite, à l'état chaud.

Les valeurs limites du courant de fuite indiquées au § 11 ne doivent également pas être dépassées quand le four fonctionne avec le chauffage du haut, resp. du bas.

La détermination du courant de fuite se fait pendant l'essai selon § 12, à l'aide du dispositif de mesure décrit au § 11. La valeur maximum du courant de fuite déterminée pendant l'essai de surcharge ne doit pas dépasser les valeurs limites indiquées au § 11.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les coussins chauffants électriques.

(Approuvées par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, le 13 décembre 1935, et entrant en vigueur le 1er janvier 1936.)

> **Les différents caractères du texte ont les significations suivantes:**
>
> *a)* Normal: Conditions proprement-dites.
>
> *b) Italiques: Prescriptions pour les essais permettant de constater le maintien des conditions.*
>
> *c)* Petit: Commentaires.

§ 1. Domaine d'application.

Ces conditions concernent les coussins chauffants électriques, qui sont susceptibles d'atteindre des températures pouvant conduire à leur propre destruction, ainsi qu'à la carbonisation de leur entourage immédiat, si les conditions de refroidissement sont défavorables et s'ils restent enclenchés en permanence (sans limiteur de température). Ces conditions ne concernent pas les tissus chauffants spéciaux utilisés sur l'ordre des médecins.

§ 2. Exigences d'ordre général.

Les coussins chauffants doivent répondre au § 99 des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, ainsi qu'aux dispositions du chiffre 14 des directives de l'ASE concernant la construction et l'installation des appareils de chauffage électrique (annexe aux prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures).

Les limiteurs de température doivent être disposés dans le coussin chauffant de façon à ne pas être accessibles sans autre de l'extérieur. Lorsqu'un coussin chauffant comporte un coupe-circuit thermique à la place d'un second limiteur de température, on devra en outre fournir pour l'essai 4 coupe-circuit thermiques séparés.

Les fiches, cordons de raccordement et, le cas échéant, les commutateurs, doivent répondre aux normes ou conditions techniques correspondantes de l'ASE.

Le contrôle consiste à examiner l'objet ou à l'essayer conformément aux normes ou conditions correspondantes.

Il est recommandé de monter les deux limiteurs de température (ou le limiteur de température et le coupe-circuit thermique) à deux endroits différents du coussin chauffant, afin d'éviter autant que possible un suréchauffement local du coussin.

Les conditions auxquelles doivent satisfaire les commutateurs logés dans les cordons de raccordement sont en préparation.

§ 3. Désignations.

L'enveloppe extérieure fixe du coussin chauffant doit porter d'une façon durable et bien visible les désignations suivantes:

a) La marque du fabricant;

b) La tension nominale, la puissance nominale, et le genre de courant, lorsque le coussin chauffant ne peut être utilisé que sous courant alternatif («courant alternatif» ou le symbole correspondant ∼);

c) Les différentes tensions, sur l'enveloppe fixe et également sur le commutateur, lorsqu'il s'agit d'un coussin chauffant commutable à plusieurs tensions.

La tension nominale est la tension maximum à laquelle le coussin chauffant peut être utilisé.

La puissance nominale est la puissance absorbée par le coussin chauffant à la tension nominale à l'allure de chauffe maximum.

§ 4. Puissance absorbée.

La puissance absorbée par le coussin chauffant à l'état chaud doit correspondre à la puissance nominale avec une tolérance de ± 10 %.

Le contrôle a lieu sous tension nominale, lorsque le coussin chauffant a atteint sa température finale. La puissance absorbée est mesurée successivement pour toutes les allures de chauffe, en commençant par l'allure maximum pour finir par l'allure la plus faible. Lorsqu'un coussin chauffant est prévu pour une certaine étendue de tension, la puissance absorbée est mesurée à la tension la plus basse et à la tension la plus élevée. Il en va de même pour les coussins chauffants commutables pour l'emploi sous différentes tensions du réseau.

§ 5. Essai d'isolement, à sec.

Le coussin chauffant doit supporter une tension d'essai de 1500 V courant alternatif à 50 pér./s, pendant une minute.

Le contrôle se fait à la suite de la mesure de la puissance absorbée, après refroidissement naturel pendant une heure. La tension d'essai est appliquée entre les parties sous tension et une feuille de papier d'étain entourant le coussin chauffant. Ce dernier est posé sur une base fixe et recouvert d'un coussin rempli de grenaille à raison de 1 kg par dm². Pour cet essai, on doit enlever les housses interchangeables. L'essai est considéré comme satisfaisant, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

§ 6. Essai de durée.

a) Les températures suivantes de l'enveloppe fixe du coussin chauffant ne doivent pas être dépassées en service permanent:

Pointe maximum de température lors du premier fonctionnement du limiteur de température . . . . . . 120° C
Température maximum en service permanent . . 100° C

Quand il s'agit d'un coussin chauffant commutable pour l'emploi à différentes tensions de réseau, les températures indiquées ci-dessus ne doivent être dépassées à aucune des positions de couplage, le coussin chauffant étant raccordé à la tension nominale (voir commentaire du § 3).

L'essai est exécuté selon le schéma suivant:

Durée	*Allure*	*Tension de service*
4 jours	*3 (max.)*	*Tension nominale*
1 jour	*2*	» »
1 »	*1*	» »
1 »	*3 (max.)*	*1,1 fois tension nominale*

Le coussin chauffant est plié une seule fois, puis placé dans une caisse fermée et aussi bien isolée que possible contre les pertes de chaleur. La mesure de la température se fait à l'aide d'un couple thermoélectrique soudé à une rondelle de cuivre de 5 cm de diamètre et de 1 mm d'épaisseur et placé au centre du coussin plié. La température est relevée pendant toute la durée de l'essai, à l'aide d'un galvanomètre enregistreur. Les coussins chauffants sans désignation du genre de courant sont essayés sous courant continu et sous courant alternatif.

Lorsque les coussins chauffants sont prévus pour un autre nombre d'allures de chauffe, le fonctionnement aux diverses allures (selon le schéma ci-dessus) est modifié en conséquence, afin que la durée totale de l'essai reste la même.

b) Les limiteurs de température doivent fonctionner parfaitement et régulièrement pendant toute la durée de cet essai.

On entend par fonctionnement régulier l'enclenchement et le déclenchement des limiteurs de température à des températures limites constantes. On ne tient pas compte du premier fonctionnement lors de l'échauffement (ralentissement du flux de chaleur par l'enveloppe du limiteur).

§ 7. Essai du coupe-circuit thermique.

Lorsque le coussin chauffant comporte un coupe-circuit thermique à la place d'un second limiteur de température, ce coupe-circuit doit fonctionner au maximum à 140° C.

L'essai se fait sur 4 coupe-circuit thermiques individuels logés dans un thermostat à 140° C, deux exemplaires n'étant pas chargés, et les deux autres étant chargés à 1,21 fois la puissance nominale et sous 1,1 fois la tension nominale du coussin chauffant. Le premier essai permet de constater si le coupe-circuit thermique fonctionne à 140° au maximum; le second si le coupe-circuit thermique déclenche correctement la charge. Le coupe-circuit thermique logé dans le coussin chauffant est amené à fondre à la fin de l'essai selon § 10, le limiteur de température étant shunté et le coussin chauffant disposé comme indiqué au § 6.

§ 8. Essai de la résistance mécanique de l'enroulement de chauffe.

L'enroulement de chauffe ne doit pas s'avarier lors du pliage du coussin chauffant au cours de l'essai suivant.

Le coussin chauffant est plié à angle aigu 100 fois de suite au même endroit transversalement aux cordons de chauffe, alternativement 50 fois dans chaque sens. Une rupture éventuelle de l'enroulement de chauffe est constatée par l'interruption du passage du courant. La moitié de cet essai est exécutée à l'état froid, l'autre moitié à l'état chaud.

§ 9. Mesure du courant de fuite à la suite de l'essai à l'humidité.

Le courant de fuite ne doit pas dépasser 5 mA, quand le coussin est humide.

L'état humide du coussin chauffant est obtenu en l'étalant entre deux couches de draps imbibés d'eau, comportant chacun 8 draps de coton (drap à copier 4,3 g/dm²), et en le maintenant pendant 24 heures dans une caisse fermée. Les couches de draps doivent être imprégnées à raison de 13,2 g d'eau par dm².

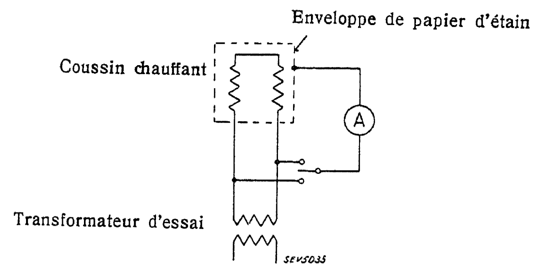


Fig. 1.

Le dispositif de mesure est celui de la fig. 1, le milliampèremètre étant branché d'une part à l'une ou à l'autre des amenées de courant par le commutateur unipolaire et, d'autre part, à une enveloppe de papier d'étain entourant le coussin chauffant. Ce dernier est placé sur une base fixe et recouvert d'un coussin rempli de grenaille à raison de 1 kg par dm². Pour cet essai, on doit enlever les housses interchangeables. Le maintien de cette exigence est constaté par l'observation de la valeur maximum du courant de fuite qui se présente au cours d'une demi-heure, lors du chauffage du coussin chauffant sous tension nominale.

§ 10. Contrôle de la construction.

L'enroulement de chauffe doit être disposé de façon qu'un shuntage d'une partie de l'enroulement soit impossible. La matière des supports de l'enroulement de chauffe doit résister en permanence à l'action de la chaleur du fil. Il est interdit d'utiliser à l'intérieur du coussin chauffant des liaisons intermédiaires isolées au caoutchouc sans tresse de coton ou autre revêtement de même valeur. Les limiteurs de température doivent être disposés de façon qu'ils puissent être enclenchés en série dans le circuit à chaque allure de chauffe, et qu'autant que possible aucun suréchauffement du tissu ne puisse se produire. Le cordon de raccordement doit être fixé solidement au support des cordons de chauffe et la connexion métallique entre l'enroulement de chauffe et le cordon de raccordement doit être parfaite.

Le contrôle a lieu en ouvrant le tissu chauffant et en l'examinant.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les supports de fers à repasser.

(Approuvées par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, le 13 décembre 1935, et entrant en vigueur le 1er janvier 1936.

Les différents caractères du texte ont les significations suivantes:

a) Normal: Conditions proprement-dites.

b) Italiques: Prescriptions pour les essais permettant de constater le maintien des conditions.

c) Petit: Commentaires.

§ 1. Domaine d'application.

Ces conditions concernent les supports normaux pour fers à repasser de ménage et industriels. Ces conditions s'appliquent également en conséquence aux constructions spéciales, par exemple aux supports pour fixation à une table ou aux supports avec interrupteurs ou autres. Dans le cas de ces derniers, les températures indiquées au § 3 ne doivent également pas être dépassées lorsque les dispositifs de couplage sont shuntés.

§ 2. Exigences d'ordre général.

Les supports doivent répondre aux conditions du § 100 des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures.

Lorsque les supports sont munis d'interrupteurs ou de dispositifs de contact, ceux-ci doivent subir un essai selon les normes de l'ASE pour interrupteurs exposés à la chaleur et celles pour prises de courant d'appareils thermiques.

Si les supports de fers à repasser de ménage correspondent aux dimensions et aux constructions spécifiées au § 100 des prescriptions sur les installations intérieures, l'essai d'échauffement peut être supprimé pour les supports d'exécution normale.

§ 3. Essai d'échauffement.

La température finale ne doit pas dépasser 100° C à la plaque de base du support, lorsqu'un fer à repasser chaud est mis en place. En outre, la température ne doit jamais dépasser 120° C à l'endroit le plus bas de la paroi séparatrice, ou à l'endroit où des objets combustibles placés sous le support pourraient le plus facilement entrer en contact, dans le cas des supports sans paroi séparatrice. Toutefois, si cet endroit n'est pas à plus de 20 mm de la surface de la table, la température ne doit également pas dépasser 100° C.

Les mesures des températures sont effectuées à l'aide de couples thermoélectriques. On place sur le support un fer à repasser de ménage d'une puissance nominale de 450 W, resp. un fer à repasser de tailleur de 650 W, et on maintient la température, mesurée au centre de la semelle du fer à repasser, à la valeur constante de 500° C par réglage de la tension aux bornes. Au cas où cette température ne serait pas atteinte, par suite d'une forte perte de chaleur due au support, la tension nominale du fer à repasser pourra être augmentée jusqu'à 1,1 fois sa valeur au maximum.

Les mesures des températures sont effectuées pour les trois positions suivantes du fer à repasser sur le support:

a) Position normale, un des côtés du fer à repasser touchant toutefois le rebord de protection du support, ou le bord du support quand il n'y a pas de rebord de protectection.

b) Position transversale, l'arrière du fer à repasser débordant de 40 mm quand il s'agit d'un fer à repasser de ménage, et de 60 mm quand il s'agit d'un fer à repasser de tailleur. Cet essai n'est pas exécuté lorsque la forme du support empêche ou rend difficile une position transversale du fer à repasser.

c) Position normale selon a), mais la plaque isolante (éternite, amiante, etc.) étant enlevée.

Les mesures des températures sont effectuées aux endroits suivants:

I. A l'endroit le plus bas de la paroi séparatrice, resp. à l'endroit correspondant des supports sans paroi séparatrice;

II. A l'endroit le plus chaud sous un pied;

III. A l'endroit le plus chaud de la plaque de base sous le support;

IV. A l'endroit le plus chaud de la plaque de base à côté du support.

Pour cet essai, les supports doivent être placés sur une planche en sapin recouverte de 4 couches d'étoffe de coton blanche.

Les Institutions de Contrôle de l'ASE utilisent pour ces essais des fers à repasser ayant les dimensions et les poids suivants:

	Longueur env. mm	Largeur env. mm	Poids env. kg
Fer à repasser de ménage . .	190	100	3,0
Fer à repasser de tailleur . .	230	110	7,5

Les supports pour fers à repasser spéciaux, qui ne peuvent être utilisés que pour ces fers à repasser, ne doivent être essayés qu'avec des fers à repasser du genre en question.

§ 4. Essai de résistance mécanique.

Au cours de l'essai suivant, les parties essentielles du support ne doivent pas s'avarier ou subir de déformations susceptibles de nuire à leur emploi. Les parties qui seraient déformées ne doivent pas se briser lorsqu'on les redresse. On ne tient pas compte d'une avarie de la plaque isolante.

L'essai est exécuté à l'aide de l'appareil de chute représenté sur la fig. 1, à l'aide duquel on laisse tomber le support 8 fois de suite d'une hauteur de 80 cm sur un sol en béton. Après chaque chute, la position de départ du support est déplacée de 45°.

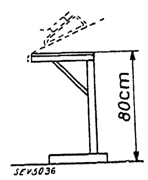


Fig. 1.

Cet essai n'est pas exécuté avec les supports pour montage à demeure.

Plan de situation des centrales suisses d'électricité de plus de 1000 kW et des principales lignes de transport d'énergie.

Cette carte à l'échelle 1 : 500 000 a été éditée il y a 4 ans par le secrétariat général de l'ASE et de l'UCS et reproduit la situation en 1930.

Depuis, différentes nouvelles centrales ont été mises en exploitation et de nouvelles lignes ont été construites. Pour en tenir compte, nous avons édité une nouvelle carte complètement à jour. Comme on peut s'attendre à une période de calme relatif dans la construction des usines, cette nouvelle carte donnera une image de la situation réelle pendant plusieurs années encore.

La nouvelle carte est en vente au *secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8;* prix frs. 4.— pour les membres et frs. 6.— pour les autres personnes.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e^ Année | N° 2 | Vendredi, 24 Janvier 1936

Le calcul mécanique des lignes aériennes.

Par E. *Maurer*, Innertkirchen.

651.315.056

Le secrétariat général et l'inspectorat des installations à fort courant de l'ASE ont publié dans le Bulletin 1919, nos 6 et 7, des directives détaillées pour le calcul des lignes aériennes, établies par Abel Jobin. Du fait des progrès réalisés depuis lors dans la construction des lignes, surtout celles à grandes portées avec isolateurs de suspension, ainsi que des modifications apportées aux prescriptions fédérales sur les lignes aériennes, ces directives ne concordent plus avec les conditions nouvelles, de sorte qu'il est devenu nécessaire de les reviser et de les compléter. Le secrétariat général a donc chargé l'auteur de procéder à cette revision, afin que les intéressés disposent à nouveau de directives pratiques, adaptées à la technique moderne. Nous espérons que ces directives leur rendront les mêmes services que celles d'Abel Jobin. Les directives de 1919 sont d'ailleurs épuisées de sorte qu'une réimpression s'imposait.

Cette étude indique la marche générale à suivre dans le calcul mécanique des lignes aériennes. Pour en faciliter l'usage, la première partie mentionne les diverses formules au fur et à mesure qu'elles apparaissent au cours des calculs, tandis que les considérations théoriques et le développement des formules sont reportés, à quelques exceptions près, dans les annexes.

Les théories fondamentales des anciennes directives ont pu être conservées; il a suffi de les adapter aux nouvelles prescriptions fédérales et de les compléter en tenant compte du développement de la technique des lignes aériennes.

L'auteur expose tout d'abord le calcul des modifications des lignes ensuite des sollicitations maximum, des charges additionnelles et des variations de température prévues par l'ordonnance fédérale sur les installations à fort courant du 7 juillet 1933; suit le calcul de la flèche et la détermination des distances au sol ou aux objets en travers de la ligne. Un chapitre est consacré aux grandes portées, un autre à différents cas spéciaux: lignes ordinaires, lignes à grandes portées à isolateurs fixes ou mobiles, efforts engendrés par les lignes sur les supports, conducteurs constitués par deux métaux différents. Pour terminer, l'auteur expose l'effet de charges exceptionnelles (p. ex. plus de 2 kg de givre par mètre) sur les lignes. Des exemples pratiques montrent l'application des formules.

Pour des raisons techniques, l'article doit être réparti sur deux numéros. Plus tard on pourra en obtenir des tirages à part. (Réd.)

Unter diesem Titel veröffentlichten das Generalsekretariat und das Starkstrominspektorat des SEV im Bulletin 1919, Nr. 6 und 7, eine ausführliche Wegleitung zur Berechnung von Freileitungen, bearbeitet von Abel Jobin. Die inzwischen erzielten Fortschritte der Technik des Leitungsbaus, besonders des Baus von Weitspannleitungen mit Hängeisolatoren, sowie die Aenderung der Bundesvorschriften für Freileitungen hatten zur Folge, dass diese Wegleitung mit den neuen Verhältnissen nicht mehr übereinstimmt, so dass deren Revision, bzw. Ergänzung dringend nötig wurde. Das Generalsekretariat beauftragte daher den Verfasser mit dieser Revision, um den Interessenten wieder eine brauchbare, dem heutigen Stand der Technik entsprechende Wegleitung zur Verfügung zu stellen, die ihnen, wenn möglich, gleich grosse Dienste leisten soll, wie seinerzeit die Jobinsche Wegleitung. Da die Wegleitung vom Jahre 1919 vergriffen ist, war eine umfassende Neubearbeitung des ganzen Gebietes nicht zu umgehen.

Die vorliegende Abhandlung hat den Zweck, allgemein über den Gang der Berechnung der Freileitungen mit Rücksicht auf die mechanische Festigkeit der Leiter zu orientieren. Zum handlichen Gebrauch sind im ersten Teil die Formeln mit erläuterndem Text dem Gang der Berechnung folgend zusammengestellt, während theoretische Abhandlungen sowie die Ableitung der Formeln, abgesehen von kleinern Ausnahmen, in die Anhänge verlegt wurden.

Die grundlegenden Theorien konnten von der frühern Abhandlung übernommen werden; sie waren lediglich den neuen Bundesvorschriften anzupassen und entsprechend den Fortschritten der Technik im Leitungsbau zu ergänzen.

Zunächst wird im folgenden die Berechnung der Zustandsänderungen der Leitungen auf Grund der Höchstbeanspruchungen, Zusatzlasten und Temperaturen, welche die bundesrätliche Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 vorschreibt, auseinandergesetzt, dann folgt die Berechnung des Durchhanges und die Bestimmung von Abständen gegen den Erdboden oder die Leitung querende Objekte; ein weiteres Kapitel ist den grossen Spannweiten gewidmet, worauf spezielle Fälle zur Behandlung kommen: Regelleitungen, Weitspannleitungen mit festen und solche mit beweglichen Isolatoren, ferner die von den Leitern auf die Tragwerke ausgeübten Kräfte und die Leiter, welche aus zwei verschiedenen Metallen bestehen. Zum Schluss wird das Verhalten einer Leitung bei ausserordentlichen Belastungen (z. B. über 2 kg/m Rauhreifansatz) erläutert. Beispiele zeigen die Anwendung.

Aus technischen Gründen muss der Artikel auf zwei Nummern verteilt werden. Von der ganzen Arbeit sind später Sonderdrucke erhältlich. (Red.)

1° Calcul des modifications des conditions des lignes dont les tensions maxima, les charges supplémentaires et les températures sont prescrites.

Selon les prescriptions fédérales [1]), les calculs de la tension des conducteurs et de la flèche correspondant à la contrainte supplémentaire maximum des conducteurs sont à baser sur les hypothèses suivantes:

a) La température locale la plus basse, sans charge supplémentaire, ni vent.

b) Une charge supplémentaire uniformément répartie de neige et de glace (givre), de 2 kg par mètre courant, à la température de 0° C, sans vent.

Dans ces conditions, la tension ne doit pas dépasser les ⅔ de la résistance à la rupture du conducteur. Les propriétés mécaniques des conducteurs les plus usuels servant de base aux calculs sont indiquées dans le tableau I [2]).

Pour les lignes à grandes portées, l'hypothèse *b)* entre pratiquement seule en ligne de compte; lorsqu'il s'agit de portées inférieures à 100 m, il faut par contre examiner si les prescriptions sont également remplies aux températures les plus basses, selon le cas *a)*.

Après détermination de la tension maximum à 0° C et sous une charge de neige, les contraintes sur une portée peuvent être calculées pour d'autres températures et d'autres charges supplémentaires à l'aide des formules (16*) de l'annexe I:

$$p^3 \cdot \left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right) + p^2 \left[\frac{\gamma_0^2\, a^2\, E}{24\, p_0^2} \cos\psi + (t - t_0)\,\alpha\, E - p_0 \cdot \left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right)\right] = \frac{\gamma^2\, a^2\, E}{24} \cos\psi \qquad (1)$$

$$p^3 + p^2 \left[\frac{\gamma_0^2\, a^2\, E}{24\, p_0^2} + (t - t_0)\,\alpha\, E - p_0\right] = \frac{\gamma^2\, a^2\, E}{24} \qquad (1a)$$

L'équation (1a) est l'équation (1) simplifiée pour portées dont les points d'appui sont au même niveau. Les désignations sont les suivantes:

- a la portée, c'est-à-dire la distance horizontale entre les points d'appui, en cm,
- h la dénivellation des points d'appui, en cm,
- α le coefficient de dilatation linéaire du conducteur, rapporté à 1° C,
- E le module d'élasticité du conducteur en kg/cm²,
- p_0 la composante horizontale *connue* de la tension du conducteur aux conditions de pose, à la température de pose t_0 en ° C connue également,
- γ_0 le poids correspondant connu du conducteur et de la charge supplémentaire, rapporté à une longueur du conducteur de 1 cm et une section de 1 cm² (γ_0 s'exprime donc en kg/cm³),
- p la composante horizontale *cherchée* de l'effort de tension du conducteur en kg/cm², à la température supposée t,
- γ le poids correspondant du conducteur et de la charge supplémentaire en kg/cm³, rapporté à une longueur de 1 cm et une section de 1 cm²,
- ψ l'angle d'inclinaison de la droite reliant les points d'appui, par rapport à l'horizontale.

Quand le conducteur n'est affecté d'aucun poids supplémentaire, γ est égal au poids spécifique du conducteur en kg/cm³.

Pour une charge supplémentaire de 2 kg, le poids total par unité de longueur et de section devient:

$$\gamma_{neige} = \gamma + \frac{0{,}02}{q} \text{ kgc/m}^3, \qquad (2)$$

Données relatives à la résistance et à l'allongement, et contraintes maxima admissibles des conducteurs les plus usuels.

Selon l'art. 89, chiffre 3, de l'Ordonnance sur les installations à fort courant, les calculs des flèches de toutes les lignes aériennes dont les conducteurs sont constitués par des matériaux usuels, doivent être basés sur les chiffres indiqués dans ce tableau, à moins que d'autres chiffres caractéristiques n'aient été prouvés pour le matériau utilisé, en vertu d'une attestation d'un laboratoire d'essais des matériaux d'une école polytechnique suisse.

Tableau I.

Nature du conducteur	1 Section en mm²	2 Poids spécifique	3 Résistance à la rupture du conducteur ou des brins du câble en kg/mm²	4 Dimin. de la résistance par câblage, en % de la résistance à la rupture	5 Limite d'élasticité Contrainte en kg/mm²	Module d'élasticité en kg/mm² pour une contrainte atteignant la limite d'élasticité Fils	Câbles	6 Contrainte maximum admissible en kg/mm²	7 Allongement à la rupture en % de la longueur mesurée	8 Coefficient de dilatation linéaire par 1° C
						env.	env.			
Fil de cuivre, dur	jusqu'à 20	8,9	40	—	16	13 000	—	27	2	17 x 10-6
Fil de cuivre, dur	> 20		38	—	15	12 500	—	25		
Fil de cuivre, demi-dur	jusqu'à 28	8,9	30	—	12	12 000	—	20	3	17 x 10-6
Fil de cuivre, demi-dur	> 28		28	—	11	11 500	—	18		
Câble de cuivre, 7—19 brins	—	9	42	6	16	13 200	11 000	28	2,5	17 x 10-6
Câble de cuivre, plus de 19 brins	—		42	8	15	13 200	10 000	28		
Câble de bronze	—	8,7	65	10	28	13 000	11 000	43	2,5	16,7 x 10-6
Fil de fer	jusqu'à 20	7,8	45	—	25	19 000	—	30	5	12,3 x 10-6
Câble d'acier (galvanisé), 7 brins	jusqu'à 60	7,9	120	2	50	20 000	18 500	80	5	11,5 x 10-6
Câble d'aluminium pur, 7—19 brins	—	2,75	19	6	8	6 300	5 500	12 [1])	2,5	23 x 10-6
Câble d'aluminium pur, plus de 19 brins	—		18	8			5 200			
Câble d'aldrey, 19 brins	—	2,75	30	4	19	6 300	6 000	18	5	23 x 10-6
Câble d'aldrey, 37 brins	—	2,75	30	5			5 700			

[1]) Pour les câbles aluminium-acier, la contrainte maximum admissible de l'aluminium peut atteindre jusqu'à 13 kg/mm².

[1]) Ordonnance fédérale sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant, du 7 juillet 1933 (art. 88), appelée dans la suite «Ordonnance».

[2]) Ordonnance, art. 89.

où q est la section du conducteur en cm². On désigne souvant γ_{neige} par poids spécifique virtuel.

Pour les portées avec appuis au même niveau, jusqu'à 500 m environ, la composante horizontale peut être remplacée avec une approximation suffisante par la tension elle-même. On introduit donc dans l'équation (1a):

pour p_0 la tension maximum choisie du conducteur en kg/cm², qui ne doit pas dépasser la valeur maximum fixée par l'Ordonnance,
pour t_0 0,
pour γ_0 le poids spécifique du conducteur +

$$\frac{\text{surcharge par cm}}{\text{section}} = \gamma + \frac{0{,}02}{q} \text{ en kg/cm}^3,$$

pour α et E les valeurs correspondantes du métal du conducteur.

Pour une température choisie t, on peut alors calculer l'effort horizontal correspondant du conducteur p, déterminant la flèche à cette température.

L'équation étant au troisième degré en p, il est plus simple d'admettre pour p différentes valeurs, de les introduire dans l'équation et de calculer la température qui correspond à la valeur admise pour p. La fonction $p = F(t)$ est alors relevée dans un graphique permettant de lire les valeurs de p correspondant à des températures déterminées.

Pour les portées dont les appuis sont à des hauteurs différentes, l'effort de tension à l'appui le plus élevé p_z est sensiblement plus grand que la composante horizontale. On donne à p_z la valeur maximum choisie, qui ne doit pas dépasser la valeur maximum prescrite par l'Ordonnance, et on calcule la composante horizontale à l'aide de l'équation:

$$p^2 \cdot \left(\frac{h^2}{a^2} + 2\right) - p \cdot (2\,p_z - h \cdot \gamma_{schnee}) + \frac{\gamma^2_{schnee} \cdot a^2}{4} = 0 \qquad (3)$$

où p est la composante horizontale cherchée. Cette formule, développée à l'annexe I (équation 14*) en supposant que la ligne forme une parabole, est également valable avec une grande approximation pour la chaînette, si la portée ne dépasse pas 500 m et si l'inclinaison de la droite reliant les appuis ne dépasse pas 30° sur l'horizontale. Elle donne pour p des valeurs un peu plus faibles que celles qui seraient obtenues par un calcul exact de la chaînette. Lorsque la tension de pose des conducteurs est conforme à la valeur de l'effort horizontal calculé de la sorte, la tension à l'appui supérieur est un peu inférieure à la valeur admise par l'Ordonnance, ce qui est avantageux au point de vue de la sécurité contre la rupture. L'effort p ainsi calculé est introduit à la place de p_0 dans l'équation (1) pour les calculs subséquents.

2° Calcul de la flèche d'après les tensions déterminées au chapitre 1.

Dans cette étude, la flèche est toujours la distance entre le point de contact de la tangente à la courbe du conducteur, tirée parallèlement à la droite reliant les deux appuis, et le point de cette droite situé perpendiculairement au-dessus du point de contact de la tangente. Lorsque les appuis sont au même niveau, ce point de contact coïncide avec le point le plus bas de la chaînette; la droite verticale dans laquelle se trouve la flèche divise donc

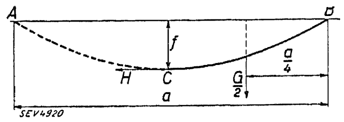


Fig. 1.

en deux parties égales la portée et la courbe du conducteur entre les appuis. Lorsque les niveaux des appuis sont différents, cette droite est déplacée quelque peu vers l'appui le plus élevé, mais cet écart n'est pas considérable. On peut donc admettre également dans ce cas avec une approximation suf-

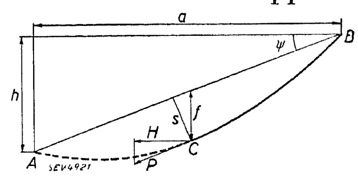


Fig. 2.

fisante que la flèche est la distance entre le milieu de la droite reliant les deux appuis et le point de la courbe situé perpendiculairement au-dessous, ce qui simplifie sensiblement les calculs.

Pour déterminer la grandeur de la flèche, on procède comme suit:

On suppose que le câble soit coupé au point de contact de la tangente parallèle à la droite AB (figures 1 et 2). Les deux tronçons du câble conserveront leur position si l'on exerce à l'endroit de la coupure la tension correspondante. En désignant par G le poids du câble entre A et B, et par H la composante horizontale de la tension au point C, l'équation des couples au point B devient:

a) $f \cdot H = \frac{G}{2} \cdot \frac{a}{4}$ pour une portée horizontale (fig. 1),

b) $s \cdot P = \frac{G}{2} \cdot \frac{a}{4}$ pour une portée inclinée (fig. 2).

En posant $s = f \cdot \cos\psi$ et $P = \frac{H}{\cos\psi}$, de sorte que les deux équations *a)* et *b)* deviennent identiques.

Lorsque la portée n'est pas très grande, on peut admettre que la longueur du conducteur est égale à la droite AB. En désignant par g le poids par unité de longueur, on a $G = g \cdot a$ (fig. 1) et $G = \frac{g \cdot a}{\cos\psi}$ (fig. 2), de sorte que

$f = \frac{g \cdot a^2}{8 \cdot H}$ (Fig. 1) et $f = \frac{g \cdot a^2}{8 \cdot H \cos \psi}$ (Fig. 2)

En divisant g et H par la section q on a $\frac{g}{q} = \gamma$ et $\frac{H}{q} = p$ et il vient finalement

pour une portée horizontale

$$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8 \cdot p} \qquad (4)$$

et pour une portée inclinée

$$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8 \cdot p \cos \psi} \qquad (4a)$$

Si l'on désigne par f_0 la flèche de la portée horizontale et par f la flèche d'une portée de même grandeur, mais inclinée de l'angle ψ, on a:

$$f = \frac{f_0}{\cos \psi} \qquad (5)$$

Les deux équations (4) et (5) permettent de calculer avec une approximation suffisante les flèches des portées horizontales jusqu'à 300 mètres et celles des portées inclinées au maximum de 30° jusqu'à 500 mètres.

Pour les portées plus grandes, il n'est plus admissible de remplacer la longueur de l'arc de la chaînette par la corde. On doit utiliser les équations beaucoup plus compliquées mais plus exactes, dérivées des propriétés de la chaînette. Le paramètre de la chaînette c est p/γ. Lorsque les appuis sont au même niveau, l'ordonnée du point le plus bas de la chaînette (point C dans la figure 1) est égal à c; les ordonnées aux points A et B se calculent à l'aide de l'équation [3]):

$$y = \frac{c}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right) = c \cdot \mathfrak{Cos}\,\frac{x}{c} \qquad (6)$$

où $x = \frac{a}{2}$. La flèche devient donc:

$$f = y - c = c\left[\mathfrak{Cos}\left(\frac{a}{2 \cdot c}\right) - 1\right] \qquad (7)$$

ou, en développant les termes en série:

$$f = \frac{a^2}{8 \cdot c} + \frac{a^4}{384 \cdot c^3} + \ldots \qquad (8)$$

On peut négliger les termes de puissance supérieure. Si l'on supprime le terme de quatrième puissance et que l'on introduise $c = \frac{p}{\gamma}$, l'équation (8) devient identique à l'équation (4).

La relation formulée par l'équation (5) entre les flèches d'une portée horizontale et d'une portée inclinée de même grandeur $f = f_0/\cos \psi$ est alors valable avec une grande précision pour la chaînette [4]), ce qui simplifie extrêmement les calculs des flèches.

Si l'on dispose de tables des fonctions hyperboliques, les calculs peuvent être rendus plus faciles en transformant l'équation (7) comme suit:

$$f = 2\, c \cdot \mathfrak{Sin}^2\left(\frac{a}{4\,c}\right) \qquad (7a)$$

3° Courbe du conducteur. Détermination des distances au sol ou aux objets croisant la ligne.

L'Ordonnance sur les installations à fort courant prescrit certains écartements minima entre les conducteurs et le sol, ainsi que d'autres croisements avec des lignes à fort ou à faible courant. La détermination de ces écartements est basée sur la flèche maximum qui peut se présenter (avec ou sans charge supplémentaire). Lors du calcul de la flèche, on doit examiner tout d'abord si c'est la flèche à 0° C et charge de 2 kg de neige par mètre, ou la flèche à la température maximum qui est la plus grande. Selon l'Ordonnance, la température maximum à considérer est celle de + 40° C. Pour pouvoir déterminer les écartements, il faut naturellement connaître la courbe du conducteur.

Comme on l'a indiqué précédemment, l'équation de la chaînette est

$$y = \frac{c}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right) = c \cdot \mathfrak{Cos}\left(\frac{x}{c}\right) \qquad (6)$$

ou, en développant les termes par puissances:

$$y = c + \frac{x^2}{2\,c} + \frac{x^4}{24\,c^3} + \frac{x^6}{720\,c^5} + \ldots \qquad (6a)$$

le paramètre étant $c = \frac{p}{\gamma}$. Les termes supérieurs à la quatrième puissance peuvent être négligés. Pour faciliter les calculs, on peut transformer légèrement l'équation (6a). On déplace l'axe des abscisses en introduisant la nouvelle ordonnée $y' = y - c$ au point le plus bas, en augmentant de c tous les termes. Il vient:

$$y' = c\left[\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x}{c}\right)^2 + \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{x}{c}\right)^4 + \frac{1}{720} \cdot \left(\frac{x}{c}\right)^6 + \ldots\right] \qquad (9)$$

Le paramètre c étant de l'ordre de 500 à 1500 m pour les cas pratiques, le quotient $\frac{x}{c}$ est généralement < 1 et les puissances sont d'un calcul facile. A l'aide de l'équation (9), on peut donc tracer la courbe du conducteur.

On dispose généralement d'un profil en long de la ligne. Lorsque son échelle des niveaux est suffisamment grande, la courbe du conducteur peut être dessinée sur ce plan et l'on peut mesurer directe-

[3]) Développement, voir annexe I, équations (1*) à (5*).

[4]) Développement, voir ETZ 1925, p. 989, et 1932, p. 28 et 29.

ment les distances au sol ou aux croisements et autres. Ce simple procédé n'est toutefois pas approprié en général aux lignes dont les points d'appui sont fixes. En effet, du fait de la déclivité du terrain, la composante horizontale et par suite le paramètre diffèrent à chaque portée, de sorte qu'il faudrait calculer et dessiner une courbe spéciale pour chaque portée inclinée. Dans le cas des lignes à chaînes d'isolateurs, les courbes de toutes les portées ont le même paramètre et appartiennent donc à la même chaînette. Il suffit dans ce cas de calculer cette courbe, de la dessiner et de confectionner un chablon, à l'aide duquel on reporte la courbe dans le profil en long.

Au cas où des accidents de terrain ou des croisements se rapprochent fortement de la courbe du conducteur, il est utile de calculer l'écartement minimum. La détermination exacte selon les propriétés de la chaînette conduit à des calculs compliqués; d'autre part, si l'on remplace la chaînette par une parabole de même paramètre, les résultats sont généralement trop inexacts. On peut toutefois

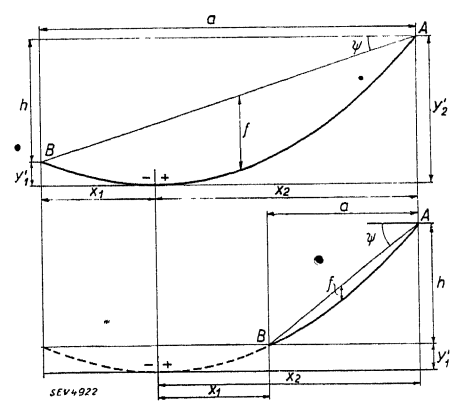


Fig. 3.

résoudre ce problème avec une assez bonne exactitude pour les portées jusqu'à 400 m et des inclinaisons jusqu'à 30°, de la façon suivante:

On part de nouveau des équations (4) et (4a):

$$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8\,p} = \frac{a^2}{8\,c} \tag{4}$$

$$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8\,p \cdot \cos\psi} = \frac{a^2}{8\,c \cdot \cos\psi} = \frac{a^2}{8\,c'} \tag{4a}$$

Ces équations montrent que, pour une portée inclinée, le paramètre c doit être remplacé par $c' = c \cdot \cos\psi$, si l'on veut représenter la courbe par une parabole. Avec le nouveau paramètre, le calcul des coordonnées de la courbe se fait à l'aide des équations [5]):

$$x_1 = \frac{c' \cdot h}{a} - \frac{a}{2} = c \cdot \frac{h}{a}\cos\psi - \frac{a}{2} = \frac{p \cdot h \cdot \cos\psi}{\gamma \cdot a} - \frac{a}{2} \tag{10}$$

[5]) Développement, voir annexe I, équations (12*) et (13*).

$$x_2 = \frac{p \cdot h \cdot \cos\psi}{\gamma \cdot a} + \frac{a}{2} \tag{11}$$

$$x_2 - x_1 = a$$

$$y'_1 = \frac{\gamma \cdot x_1^2}{2p \cdot \cos\psi}$$

$$y'_2 = y'_1 + h \quad \text{ou, ordinaire} \quad y' = \frac{\gamma \cdot x^2}{2p \cdot \cos\psi} \tag{12}$$

Lorsque x_1 présente une valeur négative, le point le plus bas de la courbe se trouve à l'intérieur de la portée, dans l'autre cas à l'extérieur de celle-ci.

Les deux exemples suivants montrent l'application de ces équations. Les valeurs exactes déterminées à l'aide de la chaînette sont indiquées entre parenthèses.

Premier exemple.

Un câble de cuivre demi-dur d'une section de 1,5 cm² doit franchir une portée de $a = 451$ m avec dénivellation $h = 92{,}8$ m, selon la figure 4, de façon que dans le cas le plus défavorable (0° C et 2 kg/m de neige) la tension

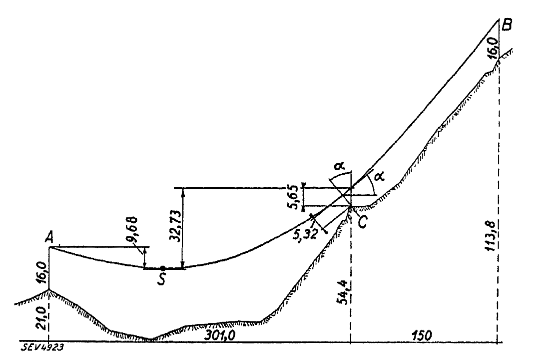


Fig. 4.

maximum ne dépasse pas le 85 % de la valeur maximum admissible de 1800 kg/cm² prescrite par l'Ordonnance. Il s'agit de déterminer quelle est la distance entre le conducteur et le point C du terrain (bord extérieur de la route) à 0° C et 2 kg/m de neige.

On calcule tout d'abord γ_{neige} selon l'équation (2). Le poids spécifique du cuivre est de $8{,}9 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³; d'où

$$\gamma_{neige} = 0{,}0089 + \frac{0{,}02}{1{,}5} = 0{,}0221 = 22{,}1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^2.$$

On calcule ensuite la composante horizontale p de la tension maximum p_z selon l'équation (3), en introduisant:

$$p_z = 85\,\% \text{ de } 1800 = 1530 \text{ kg/cm}^2$$
$$\gamma_{neige} = 22{,}1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$$
$$a = 451 \cdot 10^2 \text{ cm}, \quad h = 92{,}8 \cdot 10^2 \text{ cm}$$

et l'on obtient:

$$p^2\left(\frac{92{,}8^2}{451^2} + 2\right) - p\,(2 \cdot 1530 - 92{,}8 \cdot 10^2 \cdot 22{,}1 \cdot 10^{-3}) + \frac{22{,}1^2 \cdot 10^{-6} \cdot 451^2 \cdot 10^4}{4} = 0$$

$$2{,}042\,p^2 - 2864\,p + 250 \cdot 10^3 = 0$$

$$p = \frac{2864 \pm \sqrt{820{,}2^2 \cdot 10^4 - 204 \cdot 10^4}}{4{,}08}$$

On obtient 2 valeurs pour p: 1310 kg/cm² et 364 kg/cm². La seconde valeur n'a pas de portée pratique. On pose donc:

$$p = 1310 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = \frac{p}{\gamma} = \frac{1310}{22{,}1 \cdot 10^8} = 59\,275 \text{ cm} = 592{,}75 \text{ m}$$

$$\text{tg}\,\psi = \frac{h}{a} = \frac{92{,}8}{451} = 0{,}205; \quad \psi = 11^0\,37; \quad \cos\psi = 0{,}9795$$

Selon l'équation (10), on obtient pour le point d'appui inférieur A:

$$x_1 = \frac{592{,}75 \cdot 92{,}8 \cdot 0{,}9795}{451} - 225{,}5 = -106\text{ m } (-107{,}1\text{ m})$$

$$y_1' = \frac{106^2}{2 \cdot 592{,}75 \cdot 0{,}9795} = 9{,}68 \text{ m } (9{,}71 \text{ m})$$

Le point le plus bas de la courbe se trouve donc à $y'^1 = 9{,}68$ m au-dessous du point d'appui inférieur A. L'abscisse du point de la ligne au-dessus de C est $x = 301 - 106 = 195$ m. L'ordonnée correspondante (hauteur au-dessus du point le plus bas de la courbe) est

$$y' = \frac{195^2}{2 \cdot 592{,}75 \cdot 0{,}9795} = 32{,}73 \text{ m } (32{,}01 \text{ m}).$$

La différence de niveau entre le point de la courbe au-dessus de C et le point A (figure 4) atteint donc: $32{,}73 - 9{,}68 = 23{,}05$ m (22,27 m). Le point C est à $54{,}4 - (21 + 16) = 17{,}4$ m au-dessus du point A, la hauteur de la ligne au-dessus du point C du terrain (bord extérieur de la route) est de $23{,}05 - 17{,}4 = 5{,}65$ m selon le calcul avec la parabole, tandis que le calcul exact d'après la chaînette donne une distance de 4,9 m seulement. Elle ne satisfait donc pas aux prescriptions de l'Ordonnance (art. 86). La différence est de 75 cm (erreur de 15 %). Toutefois, pour des distances ordinaires de 200 à 300 m, ces deux valeurs sont presque identiques; pour une aussi faible différence, il ne vaut presque pas la peine d'effectuer des calculs compliqués à l'aide de la chaînette. Pour plus de sûreté, il est préférable d'augmenter de 1 m la distance minimum admissible entre conducteur et sol exigée par l'Ordonnance.

La flèche de cette portée est

$$f = \frac{451^2}{8 \cdot 592{,}75 \cdot 0{,}9795} = 43{,}8 \text{ m}$$

Le calcul exact d'après la chaînette donne 44,1 m. L'erreur est de 30 cm, donc inférieure à 1 %.

Deuxième exemple.

Un câble aluminium-acier d'une section de 2,103 cm² a été tendu entre les points A et B (figure 5), de façon que l'effort horizontal est de 1177 kg/cm² sous une charge supplémentaire de 2 kg/m de neige. Le poids du câble est de 815 grammes par mètre courant.

On a donc

$$\gamma_{\text{neige}}: = \frac{0{,}00815 + 0{,}02}{2{,}103} = 13{,}45 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3.$$

Déterminer la distance entre la ligne et le point C du terrain. On a donc

$$a = 406 \text{ m} \qquad \gamma = 13{,}45 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$$
$$h = 250 \text{ m} \qquad p = 1177 \text{ kg/cm}^2$$
$$\cos\psi = 0{,}8515 \qquad c = \frac{p}{\gamma} = 875 \text{ m}$$
$$\psi = 31^\circ\,37½'$$

Selon l'équation (10), on obtient pour le point d'appui inférieur A

$$x_1 = 875 \cdot \frac{250}{406} \cdot 0{,}8515 - 203 = 256 \text{ m } (302{,}57)$$

$$y_2' = \frac{256^2}{2 \cdot 875 \cdot 0{,}8515} = 44 \text{ m } (52{,}83)$$

Hauteur du point de la courbe au-dessus de C au-dessus du point le plus bas de la courbe:

$$y' = \frac{(256 + 176)^2}{2 \cdot 875 \cdot 0{,}8515} = 125{,}3 \text{ m } (134{,}04)$$

La différence de niveau entre le point de la courbe au-dessus de C et le point A est donc de

$$125{,}3 - 44 = 81{,}3 \text{ m } (81{,}21)$$

et par suite l'écartement de la courbe du point C = 81,3 — 75 = 6,3 m (6,21 m).

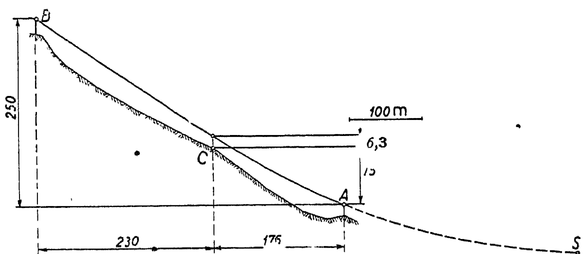


Fig. 5.

La différence entre le calcul approximatif et le calcul exact d'après la chaînette est donc dans cet exemple de 9 cm seulement. La concordance est d'autant meilleure que la portée est plus faible et que le paramètre de la courbe est plus grand.

Pour la flèche, on a:

$$f = \frac{406^2}{8 \cdot 875 \cdot 0{,}8515} = 27{,}65 \text{ m } (27{,}62)$$

Ces chiffres (x_1, x_2, y_1', y_2') montrent que le point le plus bas de la parabole fictive s'écarte sensiblement de celui de la chaînette. Toutefois, le point le plus bas se trouvant à l'extérieur de la portée et de la courbe du conducteur, cela est sans importance. Ces calculs montrent d'ailleurs que la courbe calculée et la courbe réelle coïncident bien dans la portée AB.

Pour le calcul de l'écartement minimum d'un point de la courbe, il faut connaître l'angle d'inclinaison de la courbe sur l'horizontale. En désignant cet angle par τ, on a pour un point quelconque de la courbe la relation:

$$\text{tg}\,\tau = \frac{x}{c'} = \frac{x}{c \cdot \cos\psi} \tag{13}$$

où x est l'abscisse du point de la courbe représentée comme une parabole fictive. L'écartement minimum entre un point du terrain et la courbe du conducteur est alors égal à la distance perpendiculaire, multipliée par $\cos\tau$.

(A suivre.)

Annexe I.

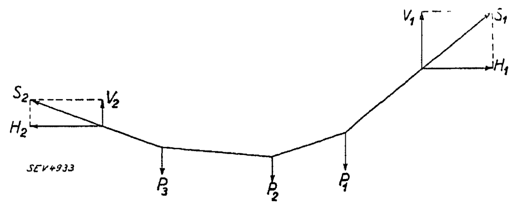
Développement des principales formules pour le calcul des lignes.

1° La théorie fondamentale (chaînette).

En supposant un câble souple de poids nul chargé à différents points de forces verticales, le polygone funiculaire est en équilibre lorsque la somme des projections de toutes les forces sur deux axes perpendiculaires entre eux est égale à zéro. On doit donc avoir dans la figure 1* les relations:

$$H_1 = H_2$$
$$V_1 + V_2 = P_1 + P_2 + P_3$$

c'est-à-dire que les composantes horizontales des tensions dans les divers tronçons sont toutes de même grandeur et que la somme des composantes verticales des tensions de



Fib. 1*.

tronçons quelconques est égale à la somme de toutes les charges qui se trouvent entre eux.

Ainsi, pour un côté horizontal du polygone, sa tension est égale à H, c'est-à-dire la tension la plus faible du système.

La composante verticale de la tension à un point quelconque du polygone est égale à la somme des charges entre ce point et le point le plus bas.

Dans les lignes aériennes, la charge est constituée avant tout par le poids propre des conducteurs; lorsque la section des conducteurs est constante, le poids est réparti régulièrement sur toute la longueur de l'arc. A vrai dire, en cas de charge supplémentaire due à la neige ou au givre, cela n'est généralement pas le cas. Mais, pour simplifier les calculs, on admet que ces charges supplémentaires sont également réparties d'une façon régulière le long des conducteurs. Soit g la charge totale (poids propre + poids supplémentaire) par unité de longueur (cm). Le polygone des con-

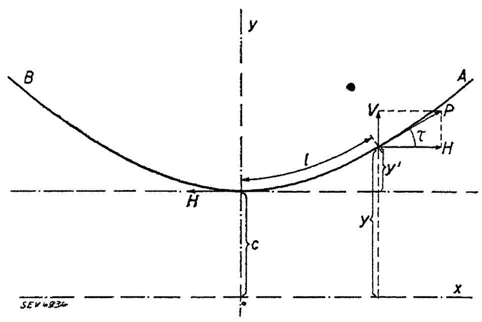


Fig. 2*.

ducteurs devient alors une chaînette. En effet, selon la figure 2*, où H est la composante horizontale et V la composante verticale de la tension P dans le conducteur, on a:

$$V = g \cdot l \qquad (1^*)$$

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{V}{H} = \frac{g \cdot l}{H} \qquad (2^*)$$

D'après l'équation (2*), on constate que la forme de la courbe ne se modifie pas lorsque l'on fait varier ensemble proportionnellement V et H, resp. g et H. On peut donc poser:

$$H = c \cdot g \qquad (3^*)$$

Le facteur de proportionnalité c est le paramètre de la courbe. De l'équation (2*) on tire:

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{l}{c} \qquad (4^*)$$

La tangente de l'angle de la courbe par rapport à l'axe des x est donc proportionnelle à l'arc. Par dérivation de cette dernière formule, il vient:

$$\frac{\mathrm{d}\operatorname{tg}\tau}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{c} \cdot \frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}x}$$

où $\operatorname{tg}\tau = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}, \quad \frac{\mathrm{d}(\operatorname{tg}\tau)}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}x^2};$

et $\mathrm{d}l = \sqrt{\mathrm{d}x^2 + \mathrm{d}y^2}$

donc

$$\mathrm{d}l = \mathrm{d}x \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\right)^2}, \quad \frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}x} = \sqrt{1 + \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\right)^2}$$

On obtient ainsi l'équation différentielle:

$$\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}x^2} = \frac{1}{c} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\right)^2}$$

d'où l'on tire l'équation de la chaînette:

$$y = \frac{c}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right) \qquad (5^*)$$

l'axe des x (figure 2*) se trouvant à une distance égale au paramètre c de la tangente au point le plus bas et parallèle à celle-ci. On peut aussi exprimer $\frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right)$ par la fonction hyperbolique $\mathfrak{Cos}\left(\frac{x}{c}\right)$; l'équation (5*) prend alors la forme

$$y = c \cdot \mathfrak{Cos}\left(\frac{x}{c}\right) \qquad (5a^*)$$

Pour faciliter les calculs, on développe l'équation (5*) suivant la série de Mac-Laurin et on a:

$$y = c + \frac{x^2}{2\,c} + \frac{x^4}{24\,c^3} + \frac{x^6}{720\,c^5} + \ldots \qquad (6^*)$$

A l'aide de cette équation (6*), on peut déterminer pour une abscisse quelconque x l'ordonnée correspondante y. Les termes d'une puissance supérieure à la quatrième peuvent être négligés dans tous les cas pratiques, car ils sont relativement petits.

Lorsque les portées ne sont pas trop grandes et peu inclinées, il suffit de ne considérer que les deux premiers termes. L'équation (6*) devient dans ce cas:

$$y = c + \frac{x^2}{2\,c}$$

En déplaçant l'axe des abscisses dans la tangente au point le plus bas, en introduisant la nouvelle ordonnée $y' = y - c$, on a:

$$y' = \frac{x^2}{2\,c} \qquad (6a^*)$$

c'est-à-dire que la chaînette est dans ce cas une parabole.

La parabole représente la courbe des conducteurs dans le cas où la charge est répartie régulièrement sur la projection horizontale de la courbe. On a alors:

$$V = g \cdot x; \; H = g \cdot c$$

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = \operatorname{tg}\tau = \frac{V}{H} = \frac{x}{c}$$

et, par intégration $y' = \frac{x^2}{2\,c}$, formule identique à l'équation (6a*).

Il est intéressant de pouvoir déterminer la longueur de l'arc l en tenant compte des modifications des conditions. Selon l'équation (4*), on a

$$l = c \cdot \operatorname{tg}\tau = c \cdot \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}$$

D'autre part, selon l'équation (5*):

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)$$

et par conséquent:

$$l = \frac{c}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right) \qquad (7^*)$$

On peut aussi exprimer $\frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)$ par la fonction hyper-

bolique $\mathfrak{Sin}\left(\frac{x}{c}\right)$; l'équation (7*) prend alors la forme:

$$l = c \cdot \mathfrak{Sin}\left(\frac{x}{c}\right) \qquad (7a^*)$$

Pour les fonctions hyperboliques $\mathfrak{Sin}$ et $\mathfrak{Cos}$, il existe des tables, comme pour les fonctions circulaires.

L'équation (7*) peut être développée en série de puissances, comme l'équation (6*) et l'on obtient:

$$l = x + \frac{1}{6} \cdot \frac{x^3}{c^2} + \frac{1}{120} \cdot \frac{x^5}{c^4} + \dots \qquad (8^*)$$

En pratique, il suffit de considérer les deux premiers termes. Des équations (5a*) et (7a*) on déduit en outre, en considérant que

$$\mathfrak{Cos}^2\left(\frac{x}{c}\right) - \mathfrak{Sin}^2\left(\frac{x}{c}\right) = 1: \qquad (9^*)$$

$$l^2 = y^2 - c^2$$

La valeur de l calculée d'après cette formule est la longueur de la chaînette entre le point le plus bas et le point d'ordonnée y.

Selon l'équation (3*), le paramètre est

$$c = \frac{H}{g} \qquad (3a^*)$$

En divisant par la section du conducteur, on obtient:

$$c = \frac{p}{\gamma}$$

où p est la traction horizontale spécifique du conducteur en kg/cm², γ le poids du conducteur + la charge supplémentaire, par 1 cm de longueur et 1 cm² de section. Si la charge supplémentaire est nulle, γ est alors égal au poids spécifique du conducteur en kg/cm³.

L'effort de tension du conducteur en un point quelconque se compose de la composante horizontale et de la composante verticale donc:

$$P = \sqrt{V^2 + H^2}$$

L'effort minimum est au point le plus bas de la courbe, où sa valeur est H; l'effort maximum est aux points d'appui, ou au point d'appui supérieur quand la portée est inclinée. Il résulte des équations (1*), (3*) et (9*) et de l'introduction de la charge spécifique g que

$$P = \sqrt{g^2 \cdot l^2 + g^2 \cdot c^2} = g \cdot \sqrt{l^2 + c^2} = g \cdot y \qquad (10a^*)$$

ou, en divisant de part et d'autre par la section du conducteur:

$$p_n = \gamma \cdot y \qquad (10^*)$$

Dans cette équation, y est l'ordonnée de la chaînette, rapportée à l'axe des abscisses se trouvant à la distance c au-dessous du point le plus bas de la courbe. Si ce dernier est considéré comme point zéro, on a $y' = y - c$ ou

$$p_n = p + \gamma \cdot y' \qquad (11^*)$$

où p est l'effort au point le plus bas, p_n l'effort en un point quelconque d'ordonnée y, resp. y'.

Quand il s'agit de portées pas trop grandes avec points d'appui au même niveau, p_n peut être considéré comme égal à p sans commettre de grande erreur.

2° Calcul des courbes des conducteurs de lignes avec points d'appui à des niveaux différents.

Pour déterminer les courbes des conducteurs, on doit connaître le paramètre, ainsi que la position des axes des coordonnées. Lorsque les appuis des portées sont au même niveau, ces données sont immédiatement connues, car l'axe des ordonnées divise en deux parties égales la droite reliant les deux appuis et est perpendiculaire à celle-ci.

Lorsque les appuis sont à des niveaux différents, on ne connaît que le paramètre c, la différence des abscisses des points d'appui égale à la portée a et la différence des ordonnées égale à la dénivellation h. Il s'agit donc de déterminer à l'aide de ces données les coordonnées des deux points d'appui A et B (figure 3 de la partie principale, chapitre 3) et ainsi la position des axes des coordonnées.

On résout ce problème en admettant tout d'abord que la courbe des conducteurs soit une parabole. Selon la figure 3, on a:

$$x_2 - x_1 = a \text{ et } y'_2 - y'_1 = h$$

Selon l'équation (6a*):

$$y'_2 = \frac{x_2^2}{2c} \text{ und } y'_1 = \frac{x_1^2}{2c}$$

On a donc

$$h = \frac{1}{2c}(x_2^2 - x_1^2) = \frac{a}{2c}(x_2 + x_1)$$

ou

$$x_2 + x_1 = \frac{2 \cdot c \cdot h}{a}$$

et

$$x_2 - x_1 = a$$

Par addition et soustraction des deux dernières équations, il vient:

$$\left.\begin{aligned} x_2 &= c\frac{h}{a} + \frac{a}{2} \text{ und} \\ x_1 &= c\frac{h}{a} - \frac{a}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (12^*)$$

ou, car $c = \dfrac{p}{\gamma}$

$$\left.\begin{aligned} x_2 &= \frac{p \cdot h}{\gamma \cdot a} + \frac{a}{2} \text{ und} \\ x_1 &= \frac{p \cdot h}{\gamma \cdot a} - \frac{a}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (12a^*)$$

Pour la chaînette, le problème se résout d'une façon analogue. On part de préférence de la forme explicite de l'équation de la chaînette, en négligeant les puissances des abscisses supérieures à la quatrième.

Comme pour la parabole, on a:

$$x_2 - x_1 = a;\ y'_2 - y'_1 = h$$

Toutefois, les ordonnées sont:

$$y'_2 = \frac{x_2^2}{2c} + \frac{x_2^4}{24c^3};\qquad y'_1 = \frac{x_1^2}{2c} + \frac{x_1^4}{24c^3}$$

d'où

$$a)\quad x_2 - x_1 = a$$

$$b)\quad h = \frac{a}{2c}(x_1 + x_2)\cdot\left[1 + \frac{x_1^2 + x_2^2}{12c^2}\right] \qquad (13^*)$$

En résolvant l'équation (13*) selon x_1 et x_2, on se heurte à des équations du troisième degré, dont la solution est très compliquée. Il est toutefois permis de remplacer l'expression $x_2^2 + x_1^2$ par les valeurs approchées $x_1'^2 + x_2'^2$ calculées selon l'équation (12*), resp. (12a*), et de réduire ainsi l'équation (13b*) en une équation du premier degré, dont on peut calculer la somme $x_1 + x_2$ et par suite les valeurs de x_1 et x_2 à l'aide de l'équation (13a*).

Si x_1 présente une valeur négative, le point le plus bas de la courbe se trouve à l'intérieur de la portée; dans la cas contraire, il est en dehors de celle-ci.

L'équation (11*) montre que, pour les portées avec points d'appui à des niveaux différents, l'effort horizontal p déterminant le paramètre c ne doit plus être considéré comme égal à l'effort maximum p_n au point d'appui supérieur. En aucun cas, p_n ne doit être choisi à une valeur plus élevée que l'effort maximum p_z fixé par l'Ordonnance. En posant $p_n = p_z$, l'effort au point le plus bas selon la figure 3 et l'équation (11*) ne doit pas dépasser:

$$p = p_z - \gamma_{\text{neige}} \cdot y_2' = p_z - \gamma_{\text{neige}}(h + y_1')$$

Pour une courbe parabolique, on peut poser

$$y_1' = \frac{\gamma_{\text{neige}} \cdot x^2_1}{2 \cdot p}$$

et

$$x_1 = \frac{p \cdot h}{\gamma \cdot a} - \frac{a}{2}$$

ce qui permet d'établir l'équation:

$$p^2 \left(\frac{h^2}{a^2} + 2\right) - p\,(2p_z - h \cdot \gamma_{\text{neige}}) + \frac{\gamma^2_{\text{neige}} \cdot a^2}{4} = 0 \quad (14^*)$$

En résolvant cette dernière équation, on obtient deux valeurs: l'une pour le cas où le point le plus bas de la courbe est situé à l'intérieur de la portée, et l'autre pour le cas où il est en dehors. Une valeur imaginaire de p signifie que, pour les conditions données, aucune solution n'est possible, c'est-à-dire qu'on ne peut pas tendre les conducteurs donnés sur la portée donnée et avec le dénivellement donné, sans que la tension maximum p_n ne dépasse la limite fixée p_z. Dans un pareil cas, on devra alors choisir un conducteur de section plus grande ou en métal présentant une plus grande résistance à la rupture, ainsi que le montre l'exemple suivant:

Une portée de 400 m avec dénivellation de 200 m doit être installée avec un fil de fer de 5 mm. présentant une résistance à la rupture de 4500 kg/cm².

L'effort maximum admissible est les ⅔ de 4500, soit 3000 kg/cm², le poids spécifique virtuel pour 2 kg/m de neige: $\gamma_{\text{neige}} = 109{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³.

En introduisant ces valeurs dans l'équation (14*), on a:

$$p^2 \cdot \left(\frac{200^2}{400^2} + 2\right) - p\,(2 \cdot 3000 - 2 \cdot 10^2 \cdot 109{,}8 \cdot 10^{-3}) + \frac{109{,}8^2 \cdot 10^{-6}\ 4^2 \cdot 10^8}{4} = 0.$$

$$2{,}25\ p^2 - 3800\ p + 48 \cdot 10^5 = 0,$$

d'où

$$p = \frac{3800 \pm \sqrt{144 \cdot 10^5 - 432 \cdot 10^5}}{4{,}5}$$

Le membre sous la racine carrée étant négatif, p donne une valeur imaginaire. Il n'est donc pas possible, dans ces conditions, de tendre le fil.

[Au sujet de la validité et de l'application de l'équation (14*), voir au chapitre 1[er] de la partie principale, équation (3).]

3° L'équation des conditions d'une ligne aérienne pour portées avec points d'appui au même niveau.

On sait que lorsque la température varie d'une différence $t - t_0$, la longueur l_0 d'un fil de coefficient de dilatation linéaire α varie de: $(t - t_0)\,\alpha l_0$.

De même, lors d'une variation de l'effort de tension spécifique de $p - p_0$, ce même fil de module d'élasticité E varie de

$$(p - p_0) \cdot \frac{l_0}{E}.$$

où p et p_0 sont les efforts de tension spécifiques réels. Comme on l'a vu, ceux-ci sont à vrai dire différents d'un point à l'autre pour chaque condition, et vont en augmentant à partir du point le plus bas de la chaînette. Dans un calcul absolument exact, il faudrait donc introduire pour «p» et «p_0» les valeurs *moyennes* correspondantes (rapportées à l'ensemble de l'arc). Toutefois, selon *Hoock* (voir plus loin, au chapitre 4) on ne commet qu'une erreur négligeable dans les cas ordinaires où les points d'appui sont au même niveau, en introduisant l'effort de tension spécifique (le plus faible) du point le plus bas. Dans ces formules «p» et «p_0» restent dont les efforts au point le plus bas de la chaînette.

Pour une modification des conditions l_0, p_0, t_0 aux conditions l, p, t, on a donc d'une façon générale:

$$l - l_0 = (t - t_0)\,\alpha\,l_0 + (p - p_0)\,\frac{l_0}{E} \quad (15^*)$$

Or, pour la demi-portée $\frac{a}{2}$, lorsque les deux appuis sont au même niveau, on a selon l'équation (8*) et du fait que $c = \frac{p}{\gamma}$ pour les conditions de pose:

$$\frac{l_0}{2} = \frac{a}{2} + \frac{a^3\,\gamma_0^2}{48\,p_0^2} + \frac{a^5\,\gamma_0^4}{3840\,p_0^4} + \cdots$$

où, dans la plupart des cas (sauf s'il s'agit de très grandes portées), les termes de troisième puissance peuvent être négligés à cause de leur petitesse, de sorte que l'on a la formule approchée:

$$\frac{l_0}{2} = \frac{a}{2}\left(1 + \frac{a^2\,\gamma_0^2}{24\,p_0^2}\right)$$

En supposant que le poids spécifique virtuel varie du fait de la charge supplémentaire de γ_0 à γ, en même temps que p_0 à p, on a pour les nouvelles conditions:

$$\frac{l}{2} = \frac{a}{2}\left(1 + \frac{a^2\,\gamma^2}{24\,p^2}\right)$$

De ces deux dernières équations et de l'équation (15*) on tire:

$$l - l_0 = a\,\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha \cdot l_0 + (p - p_0)\,\frac{l_0}{E}$$

ou

$$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha \cdot \frac{l_0}{a} + (p - p_0) \cdot \frac{l_0}{a} \cdot \frac{1}{E}$$

Dans ces formules, on peut poser avec une approximation encore suffisante:

$$\frac{l_0}{a} = 1.$$

Ce rapport étant en réalité légèrement > 1, cette simplification a le même effet qu'un α trop faible ou un E trop grand, ce qui donne une variation linéaire un peu trop faible selon l'équation (15*). On verra au chapitre 4 que cette erreur est toutefois sans importance dans les cas ordinaires.

Cette simplification permet de poser

$$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha + (p - p_0) \cdot \frac{1}{E} \quad (16a^*)$$

et l'on obtient, par transformation, *l'équation des conditions d'une ligne aérienne* (à points d'appui au même niveau, forme parabolique):

$$p^3 + p^2\left[\frac{\gamma_0^2 \cdot a^2 \cdot E}{24 \cdot p_0^2} + (t - t_0)\,\alpha \cdot E - p_0\right] = \frac{\gamma^2 \cdot a^2 \cdot E}{24} \quad (16^*)$$

4° L'équation des conditions pour portées avec points d'appui à des niveaux différents.

En résumé, on sait donc qu'une ligne flexible tendue entre deux points fixes quelconques prend toujours la forme d'une chaînette, qui diffère si peu d'une parabole dans la majorité des cas pratiques, que l'écart est négligeable. Les efforts de tension à chaque point peuvent donc être calculés d'après la relation bien connue $p' = p + \gamma \cdot y'$, où la valeur y' est pour chaque point égale à son ordonnée au-dessus de la tangente au point le plus bas, choisie comme axe des x (figure 3*). L'effort de tension sera donc maximum au point d'appui le plus élevé; sa valeur maximum admissible p_z dépend de la résistance du métal à la rupture et du coefficient

de sécurité prescrit. La formule (14*) indiquée au chapitre 2 permet de déterminer l'effort p au point le plus bas de la courbe en partant de l'effort maximum admissible p_z.

Il reste à poser l'effort de tension p correspondant à de nouvelles conditions γ et t, en fonction des conditions de

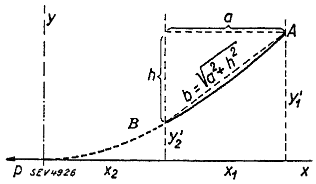


Fig. 3*.

pose connues p_0, γ_0 et t_0, comme on l'a déjà fait au chapitre précédent pour les portées horizontales.

En considérant exactement le problème on remarque immédiatement que la formule (16*) pour points d'appui au même niveau n'est pas utilisable pour les portées inclinées. En effet, on ne peut pas introduire sans autre dans cette formule la portée comme distance horizontale a, car la variation de l'effort doit être fonction de la variation de la longueur $(l - l_0)$ de l'arc avec la corde $b = f\ (a, h)$. En outre, la formule (16*) est basée sur une approximation qui n'est pas acceptable dans ce nouveau cas. Dans l'ancien cas, on avait posé pour la variation de la longueur $(l - l_0) = (p - p_0)\frac{1}{E}$ en tenant compte de l'élasticité, les grandeurs p et p_0 désignant les efforts au point le plus bas, alors qu'il ne peut s'agir en réalité que des variations des efforts moyens $(\overline{p} - \overline{p_0})$ par rapport à l'ensemble de la chaînette. Par contre, pour le calcul des longueurs l et l_0, ce sont les efforts p et p_0 au point le plus bas que l'on doit considérer. En établissant la formule (16*), on a donc rendu égaux et identiques deux efforts qui sont en réalité distincts. Dans l'ancien cas, on pouvait agir de la sorte, car l'erreur ainsi commise ne dépasse généralement pas quelques pour-cents. Comme on le verra à la fin de ce chapitre, la formule (16*)

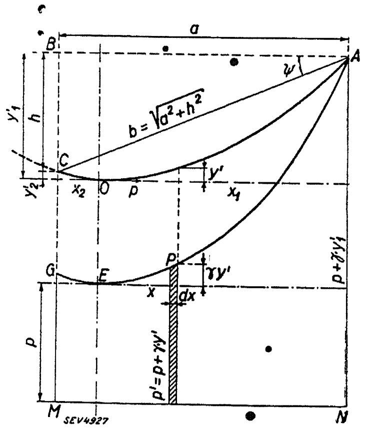


Fig. 4*.

pour portées horizontales est un cas spécial de la formule générale valable pour les portées inclinées. Quand il s'agit de portées dont les points d'appui sont à des niveaux différents, l'effort moyen peut atteindre des valeurs complètement différentes.

L'effort moyen $\overline{p}$ peut se définir comme l'effort $p' = p + \gamma \cdot y'$ de la parabole, intégré sur la distance horizontale a entre les points d'appui et ramené à cette grandeur prise comme base (voir figure 4*). Si l'on dessine donc pour une portée AC la courbe AEG des efforts $p' = p + \gamma \cdot y'$, l'effort moyen $\overline{p}$ est égal, selon la définition ci-dessus, à la hauteur du rectangle de base $MN = a = x_1 - x_2$, ayant la même surface que l'aire AEGMN.

Si, pour un point quelconque P, l'effort $p' = p + \gamma \cdot y'$, où

$$y' = \frac{\gamma \cdot x^2}{2\ p} + \frac{\gamma^3 \cdot x_4}{24\ p^3} + \cdots$$

on peut écrire

$$p' \cdot dx = p \cdot dx + \frac{\gamma^2 \cdot x^2}{2\ p} \cdot dx + \frac{\gamma^4 \cdot x^4}{24\ p^3} \cdot dx$$

$$\sum_{x_1}^{x_2} p' \cdot dx = p \int_{x_1}^{x_2} dx + \frac{\gamma^2}{2p}\int_{x_1}^{x_2} x^2 \cdot dx + \frac{\gamma^4}{24\ p^3}\int_{x_1}^{x_2} x^4 \cdot dx =$$

$$p\,(x_1 - x_2) + \frac{\gamma^2}{2p}\left(\frac{x_1^3 - x_2^3}{3}\right) + \frac{\gamma^4}{24\ p^3}\left(\frac{x_1^5 - x_2^5}{5}\right)$$

$$\text{c. a. d. } \overline{p} = p_{\text{moyen}} = p + \frac{\gamma^2}{2p}\left(\frac{x_1^2 + x_1\,x_2 + x_2^2}{3}\right) + \frac{\gamma^4}{24\ p^3}\ \frac{(x_1^4 + x_1^3\,x_2 + x_1^2\,x_2^2 + x_1\,x_2^3 + x_2^4)}{5}$$

dont le troisième terme peut être négligé par rapport aux deux premiers; de sorte que l'on peut écrire d'une façon générale pour l'effort moyen d'un élément quelconque AOC de la chaînette:

$$\overline{p} = p + \frac{\gamma^2}{6\,p}\,(x_1^2 + x_1\,x_2 + x_2^2)$$

Sous cette forme, cette équation est toutefois mal commode pour les calculs, car elle exige le calcul préalable des abscisses x_1 et x_2. Il est cependant facile de la transformer en une fonction des grandeurs connues h et a.

On pose:

$$h = y'_1 - y'_2 = \frac{\gamma\,x_1^2}{2\ p} - \frac{\gamma\,x_2^2}{2\ p}$$

et

$$a = x_1 - x_2$$

puis, en éliminant les grandeurs x_1 et x_2, il vient:

$$\overline{p} = p + \frac{p\,h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2\,a^2}{24\,p} \qquad (17^*)$$

On constate donc que la grandeur $\overline{p}$ pour les portées inclinées peut être beaucoup plus grande que p, suivant les valeurs de h et a. Pour les portées horizontales, le terme renfermant h disparaît et l'on a:

$$\overline{p} = p + \frac{\gamma^2\,a^2}{24\ p} = p + \frac{1}{3}\,\gamma \cdot f$$

Toutefois, même pour les portées très grandes, γ n'atteint jamais 10^{-1} kg/cm³ et la flèche dépasse rarement 100 m, en outre on doit choisir dans ces cas un métal présentant la plus forte résistance à la rupture ($p_z = 40$ à 80 kg/cm²). Il résulte donc de l'équation ci-dessus que $\overline{p}$ ne peut être que de quelques pour-cents supérieur à p, même dans les cas extrêmes.

Pour les portées horizontales, il est donc admissible de poser $\overline{p} \sim p$.

On peut alors établir l'équation générale des conditions et poser, comme pour la formule (16*):

$$l - l_0 = (t - t_0)\ \alpha\ l_0 + (\overline{p} - \overline{p}_0)\ \frac{1}{E} \cdot l_0$$

Selon la figure 4* et l'équation (8*), la longueur l est

$$l = (x_1 - x_2) + \frac{1}{6}\,\gamma^2 \left(\frac{x_1^3 - x_2^3}{p^2}\right)$$

$$l = a + \frac{a\,\gamma^2}{6\,p^2}\,(x_1^2 + x_1\,x_2 + x_2^2)$$

Selon la formule (12a*), on peut poser pour x_1 et x_2:

$$x_1 = \frac{p\,h}{\gamma\,a} + \frac{a}{2}$$

$$x_2 = \frac{p\,h}{\gamma\,a} - \frac{a}{2}$$

d'où l'on déduit:

$$x_1^2 + x_1\,x_2 + x_2^2 = \frac{a^2}{4} + \frac{3\,p^2\,h^2}{\gamma^2\,a^2}$$

En introduisant cette valeur, il vient:

$$l = a + \frac{h^2}{2\,a} + \frac{\gamma^2\,a^3}{24\,p^2}$$

De même:

$$l_0 = a + \frac{h^2}{2\,a} + \frac{\gamma^2\,a^3}{24\,p_0^2}$$

$$l - l_0 = a \cdot \frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha \cdot l_0 + (\overline{p} - \overline{p_0})\,\frac{1}{E} \cdot l_0$$

$$= b \cdot \cos\psi \cdot \frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha \cdot l_0 + (\overline{p} - \overline{p_0})\,\frac{1}{E} \cdot l_0$$

En posant, comme précédemment, $\frac{l_0}{b} \sim 1$, on a

$$\cos\psi \cdot \frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha + \frac{1}{E}\,(\overline{p} - \overline{p_0})$$

Selon la formule (17*), on pose en outre:

$$\overline{p} = p + \frac{p\,h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2\,a^2}{24\,p}$$

$$\overline{p_0} = p_0 + \frac{p_0\,h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0}$$

$$\overline{p} - \overline{p_0} = p + \frac{p\,h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2\,a^2}{24\,p} - p_0 - \frac{p_0\,h^2}{2\,a^2} - \frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0}$$

En introduisant cette valeur, il vient:

$$\frac{\gamma^2\,a^2}{24\,p^2}\,E \cdot \cos\psi - \frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0^2}\,E \cdot \cos\psi = (t - t_0)\,\alpha\,E + p + \frac{p\,h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2\,a^2}{24\,p} - p_0 - \frac{p_0\,h^2}{2\,a^2} - \frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0}$$

et, par transformation:

$$p^3\left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right) + p^2\left[\frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0^2}\,E \cdot \cos\psi + (t - t_0)\,\alpha \cdot E - p_0\left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right) - \frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0}\right] + \frac{\gamma^2\,a^2}{24}\,p = \frac{\gamma^2\,a^2}{24}\,E \cdot \cos\psi$$

Par rapport au premier terme de la grande parenthèse, le terme $\frac{\gamma_0^2\,a^2}{24\,p_0}$ est négligeable, de même que dans la plupart des cas $\frac{\gamma^2\,a^2}{24}\,p$, de sorte que l'on obtient finalement

l'équation générale des conditions d'une ligne aérienne en forme de parabole:

$$p^3\left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right) + p^2\left[\frac{\gamma_0^2 \cdot a^2 \cdot E}{24 \cdot p_0^2}\cos\psi + (t - t_0)\,\alpha \cdot E - p_0\left(1 + \frac{h^2}{2\,a^2}\right)\right] = \frac{\gamma^2 \cdot a^2 \cdot E}{24} \cdot \cos\psi \qquad (18^*)$$

Contrairement à l'équation (16*), cette équation peut être considérée comme équation générale des conditions, car elle est valable dans tous les cas. Pour $\psi = 0$, $h = 0$, elle est identique à l'équation (16*) pour portées horizontales.

5° Les équations des conditions pour lignes aériennes à isolateurs de suspension (chaînes d'isolateurs).

Comme on l'a vu au chapitre 5 *c)*, dans les lignes à isolateurs de suspension les tensions qui diffèrent dans certaines portées du fait de variations des conditions sont compensées par la déviation des chaînes d'isolateurs, de sorte que les tensions horizontales de toutes les portées peuvent être finalement toutes considérées comme identiques.

Dans ce qui suit, on établira les équations des conditions pour lignes à isolateurs de suspension avec points d'appui au même niveau et de niveaux différents.

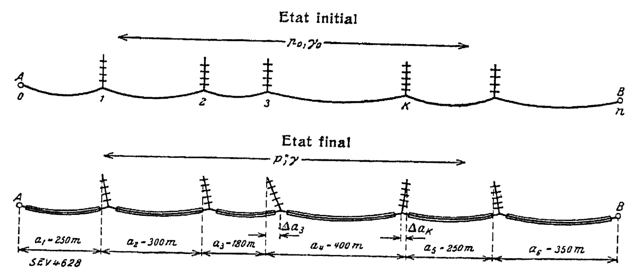


Fig. 5* und 6*.

Soit un conducteur monté entre deux points d'arrêt A et B en n portées aux conditions p_0, γ_0, t_0 avec chaînes d'isolateurs verticales (figure 5*). Si les conditions deviennent γ, t, la tension horizontale équilibrée du conducteur est p^*. Pour une telle modification des conditions, les chaînes des isolateurs dévieront de certaines valeurs Δa.

En désignant par

p_0 l'effort horizontal du conducteur en kg/cm² aux conditions de pose avec chaînes d'isolateurs verticales,

$p_1 \ldots p_k \ldots p_n$ les tensions du conducteur, différentes pour chaque portée, lors du passage des conditions du début à celles de la fin, mais les points d'appui étant considérés comme maintenus rigidement,

p^* la tension équilibrée du conducteur aux conditions finales γ, t (figure 6*),

on a pour la variation de la longueur de chaque portée (formule simplifiée de Bourquin):

$$\delta_k = \frac{a_k^3 \cdot \gamma^2}{24}\left(\frac{1}{p_k^2} - \frac{1}{p^{*2}}\right) + \frac{a_k}{E} \cdot (p^* - p_k) \qquad (19^*)$$

où δ_k signifie un allongement, lorsque $p^* > p_k$
et une réduction, lorsque $p^* < p_k$.

En ordonnant l'équation (19*) selon p_k et p^*, il vient:

$$\delta_k = \left[\frac{a_k^3 \cdot \gamma^2}{24 \cdot p_k^2} - \frac{a_k}{E} \cdot p_k\right] - \left[\frac{a_k^3 \cdot \gamma^2}{24 \cdot p^{*2}} - \frac{a_k}{E} \cdot p^*\right] \qquad (19a^*)$$

et en la comparant à l'équation (16a*) pour la k^{me} portée, en multipliant celle-ci par a_k et en l'ordonnant comme pour l'équation (19a*),

$$\frac{a_k^3 \cdot \gamma^2}{24 \cdot p_k^2} - \frac{a_k}{E} \cdot p_k = (t - t_0)\,\alpha \cdot a_k + \left[\frac{a_k^3 \cdot \gamma^2}{24 \cdot p_0^2} - \frac{a_k \cdot p_0}{E}\right] \qquad (16a^*)$$

on voit que l'expression dans la parenthèse de gauche de l'équation (19a*) est identique à la partie de gauche de l'équation (16a*). En substituant l'équation (16a*) dans l'équation (19a*), on a:

$$\delta_k = \frac{a_k^3}{24} \cdot \left(\frac{\gamma_0^2}{p_0^2} - \frac{\gamma^2}{p^{*2}}\right) + (t - t_0)\,\alpha \cdot a_k + (p^* - p_0)\,\frac{a_k}{E}$$

La déviation totale Δa des isolateurs au k^{me} support est égale à la somme des modifications des longueurs δ dans toutes les portées de 1 à k, donc

$$\Delta a_k = \sum_1^k \delta = \sum_1^k \frac{a^3}{24}\left(\frac{\gamma_0^2}{p_0^2}-\frac{\gamma^2}{p^{*2}}\right) + \left[(t-t_0)\,\alpha + (p^*-p_0)\frac{1}{E}\right]\sum_1^k a \quad (20^*)$$

A l'arrêt terminus (n^{me} portée) $\Delta a_n = 0$, car le point B est rigide. On introduit dans l'équation (20*) $\Delta a = 0$, divise par Σa et obtient l'équation des conditions pour sections de ligne avec isolateurs de suspension entre deux points d'arrêt:

$$\frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a}\left(\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2}-\frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right)+(t-t_0)\,\alpha+(p^*-p_0)\frac{1}{E}=0 \quad (20a^*)$$

On pose en outre:

$$\frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a} = a^{*2} \quad (21^*)$$

ordonne l'équation (20*) selon les puissances de p^* et l'on obtient finalement:

$$p^{*3} + p^{*2}\left[\frac{\gamma_0^2\cdot a^{*2}\cdot E}{24\cdot p_0^2} + (t-t_0)\,\alpha\, E - p_0\right] = \frac{\gamma^2\cdot a^{*2}\cdot E}{24} \quad (22^*)$$

Cette équation est identique à l'équation (16*), les portées a étant remplacées par la portée a^*. Pour les lignes à isolateurs de suspension, les tensions du conducteur pour des sections comprises entre deux points d'arrêt ne doivent plus se calculer portée après portée, mais en considérant une *portée moyenne* a^*, dont la grandeur se détermine à l'aide de la formule (21*).

Pour les lignes dont les appuis sont à des niveaux différents, l'équation des conditions se déduit d'une façon analogue. La formule de Bourquin modifiée pour ce cas est

$$\delta_k = \frac{a_k^3\,\gamma^2\cos\psi}{24}\left(\frac{1}{p_k^2}-\frac{1}{p^{*2}}\right)+\frac{a_k}{E}\,(\bar{p}^*-\bar{p}_k) \quad (23^*)$$

où p^* et p_k sont les efforts au point le plus bas, $\bar{p}^*$ et $\bar{p}_k$ les efforts moyens selon le chapitre 4. Selon la formule (17*), on a:

$$\bar{p}^* = p^* + p^*\frac{h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2 a^2}{24\,p^*}$$

$$\bar{p}_k = p_k + p_k\frac{h^2}{2\,a^2} + \frac{\gamma^2 a^2}{24\,p_k} \quad (17^*)$$

Le dernier terme de l'équation (17*) a peu d'importance et peut être négligé. En introduisant les valeurs de $\bar{p}^*$ et $\bar{p}_k$ des équations (17*) dans l'équation (23*), on a:

$$\delta_k = \frac{a_k^3\,\gamma^2\cos\psi}{24}\left(\frac{1}{p_k^2}-\frac{1}{p^{*2}}\right)+\frac{a_k}{E}\,(p^*-p_k)\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a_k^2}\right) \quad (23a^*)$$

où

$$\delta_k = \left[\frac{a_k^3\,\gamma^2\cos\psi}{24\,p_k^2}-\frac{a_k\,p_k}{E}\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a_k^2}\right)\right] - \left[\frac{a_k^3\,\gamma^2\cos\psi}{24\,p^{*2}}-\frac{a_k\,p^*}{E}\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a_k^2}\right)\right] \quad (23b^*)$$

L'équation transformée (18*) pour une seule portée est

$$\frac{a_k^3\,\gamma^2\cos\psi}{24\,p_k^2} - \frac{a_k\,p_k}{E}\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a_k^2}\right) = (t-t_0)\,\alpha\, a_k + \frac{a_k^3\gamma_0^2\cos\psi}{24\,p_0^2} - \frac{a_k\,p_0}{E}\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a_k^2}\right) \quad (18a^*)$$

En substituant l'équation (18a*) dans l'équation (23b*), il vient:

$$\delta_k = \frac{a_k^3\cos\psi}{24}\left(\frac{\gamma_0^2}{p_0^2}-\frac{\gamma^2}{p^{*2}}\right) + (t-t_0)\,\alpha\, a_k + (p^*-p_0)\frac{a_k}{E}\left(1+\frac{h_k^2}{2\,a^2}\right)$$

et, pour la déviation totale des isolateurs au k^{me} support:

$$\Delta a_k = \sum_1^k \frac{a^3\cos\psi}{24}\left(\frac{\gamma_0^2}{p_0^2}-\frac{\gamma^2}{p^{*2}}\right) + (t-t_0)\,\alpha\sum_1^k a + (p^*-p)\frac{1}{E}\sum_1^k a\left(1+\frac{h^2}{2\,a^2}\right) \quad (24^*)$$

En posant dans l'équation (24*) $\Delta a_k = 0$, en divisant par Σa, on obtient l'équation des conditions pour des sections de lignes avec isolateurs de suspension et portées inclinées entre deux support d'arrêt:

$$\frac{\sum_1^n a^3\cos\psi}{\sum_1^n a}\left[\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2}-\frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right] + (t-t_0)\,\alpha + (p^*-p)\frac{1}{E}\,\frac{\sum_1^n a\left(1+\frac{h^2}{2\,a^2}\right)}{\sum_1^n a} = 0 \quad (24a^*)$$

On pose

$$\frac{\sum_1^n a^3\cos\psi}{\sum_1^n a} = a^{*2}$$

et

$$\frac{\sum_1^n a\left(1+\frac{h^2}{2\,a^2}\right)}{\sum_1^n a} = u \quad (25^*)$$

et l'on désigne par a^* *la portée moyenne* et par u le *facteur d'inclinaison moyen*.

En ordonnant l'équation (24a*) selon les puissances de p^*, on obtient finalement:

$$u\cdot p^{*3} + p^{*2}\left[\frac{\gamma_0^2\,a^{*2}\,E}{24\,p_0^2} + (t-t_0)\,\alpha\, E - u\cdot p_0\right] = \frac{\gamma^2\,a^{*2}\,E}{24} \quad (26^*)$$

L'équation (26*) peut être considérée comme l'équation générale des conditions des lignes à isolateurs de suspension. Quand h est égal à zéro dans toutes les portées, l'équation est identique à l'équation (1a), resp. (22*). Quand toutes les portées présentent la même inclinaison ψ, l'équation est identique à l'équation (1).

6° Constantes physiques d'un conducteur en deux métaux.

Les constantes physiques d'un câble composé de deux métaux différents (module d'élasticité, coefficient de dilatation linéaire et poids spécifique) peuvent se calculer en partant des constantes correspondantes des composants, comme

indiqué au chapitre 7 de la partie principale. En désignant par

q_1 la section totale des fils d'un métal,
q_2 la section totale des fils de l'autre métal,
q la section totale du câble complet,
P_1 la part de l'effort afférant aux fils q_1,
P_2 la part de l'effort afférant aux fils q_2,
P la tension totale du câble,
E_1 le module d'élasticité des fils q_1,
E_2 le module d'élasticité des fils q_2,
E_s le module d'élasticité du câble complet,
α_1 le coefficient de dilatation linéaire des fils q_1,
α_2 le coefficient de dilatation linéaire des fils q_2,
α_s le coefficient de dilatation linéaire du câble complet,
on détermine tout d'abord le

module d'élasticité d'un câble en deux métaux.

Quand un tel câble, tendu entre des supports d'arrêt de façon à exclure tout déplacement des fils des différents composants, est soumis à un effort de tension de P kg, les deux métaux subissent le même allongement Δl. Pour les deux métaux, l'équation est:

$$\Delta l = l - l_0 = (t - t_0)\,\alpha l_0 + (p - p_0)\,\frac{l_0}{E} \qquad (15^*)$$

Dans ce cas, $t = t_0$, $p_0 = 0$ et $p = P/q$. On a donc:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{pour le premier métal:} & \Delta l = \dfrac{P_1 \cdot l_0}{q_1 \cdot E_1} \\ \text{pour le second métal:} & \Delta l = \dfrac{P_2 \cdot l_0}{q_2 \cdot E_2} \\ \text{pour le câble complet:} & \Delta l = \dfrac{P \cdot l_0}{q \cdot E_s} \end{array}\right\} \qquad (27^*)$$

ou, en sortant les efforts de tension:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{pour le premier métal:} & P_1 = \dfrac{\Delta l}{l_0}\, q_1 \cdot E_1 \\ \text{pour le second métal:} & P_2 = \dfrac{\Delta l}{l_0}\, q_2 \cdot E_2 \\ \text{pour le câble complet:} & P = \dfrac{\Delta l}{l_0}\, q \cdot E_s \\ \text{ou, car } P = P_1 + P_2\text{:} & P = \dfrac{\Delta l}{l_0}\,(q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2) \end{array}\right\} \qquad (27a^*)$$

De l'équation (27a*) on tire les équations suivantes pour l'effort partiel P_1 et P_2 afférant à chaque métal et pour le module d'élasticité E_s du câble complet:

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = \left(\dfrac{q_1 \cdot E_1}{q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2}\right) \cdot P \\ P_2 = \left(\dfrac{q_2 \cdot E_2}{q_2 \cdot E_2 + q_1 \cdot E_1}\right) \cdot P \\ E_s = \dfrac{q_1}{q} \cdot E_1 + \dfrac{q_2}{q} \cdot E_2 \end{array}\right\} \qquad (28^*)$$

Coefficient de dilatation linéaire d'un câble en deux métaux.

On part à nouveau de l'équation (15*), en considérant la variation de température de t_0 à t degrés du câble tendu avec la tension de pose p_0, la distance entre les points d'appui restant invariable. La variation de la température provoque une variation des efforts qui diffère pour chacun des deux métaux. Dans ce cas également, l'augmentation ou la réduction doit être la même aussi bien pour les deux composants que pour le câble complet.

De l'équation (15*) on tire: (29*)

$$\text{pour le premier métal: } \frac{\Delta l}{l_0} = (t - t_0)\,\alpha_1 + (P_1 - P_{1_0})\,\frac{1}{q_1 \cdot E_1}$$

$$\text{pour le second métal: } \frac{\Delta l}{l_0} = (t - t_0)\,\alpha_2 + (P_2 - P_{2_0})\,\frac{1}{q_2 \cdot E_2}$$

$$\text{pour le câble complet: } \frac{\Delta l}{l_0} = (t - t_0)\,\alpha_s + (P - P_0)\,\frac{1}{q \cdot E_s}$$

ou, en sortant les efforts de tension: (29a*)

$$\text{pour le premier métal: } P_1 - P_{1_0} = \left[\frac{\Delta l}{l_0} - (t - t_0)\,\alpha_1\right] q_1 \cdot E_1$$

$$\text{pour le second métal: } P_2 - P_{2_0} = \left[\frac{\Delta l}{l_0} - (t - t_0)\,\alpha_2\right] q_2 \cdot E_2$$

$$\text{pour le câble complet: } P - P_0 = \left[\frac{\Delta l}{l_0} - (t - t_0)\,\alpha_s\right] q \cdot E$$

ou encore, en introduisant pour $q \cdot E_s$ la valeur correspondante de l'équation (28*):

$$P - P_0 = \left[\frac{\Delta l}{l_0} - (t - t_0)\,\alpha_s\right](q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2) \qquad (30^*)$$

En outre, $P_1 + P_2 = P$ et $P_{10} + P_{20} = P_0$. En additionnant les deux premières équations (29a*), il vient:

$$P - P_0 = \frac{\Delta l}{l_0}(q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2) - (t - t_0) \cdot (q_1 E_1\,\alpha_1 + q_2 E_2\,\alpha_2) \qquad (31^*)$$

Des équations (30*) et (31*) on tire finalement:

$$\alpha_s = \frac{q_1 E_1\,\alpha_1 + q_2 E_2\,\alpha_2}{q_1 E_1 + q_2 E_2} \qquad (32^*)$$

(Annexe II suit.)

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Eine grosse Warmwasseranlage.

621.364.6 : 725.21

Das grosse, neue Warenhaus Decré in Nantes verlangte für das Restaurant, die Bar, den Coiffeursalon und die Toiletten täglich 5000 Liter warmes Wasser, das stets die Temperatur von 90° C haben muss. Die Warmwasserverbrauchsstellen sind in den verschiedenen Stockwerken vertikal untereinander gruppiert. Dies führte zur Wahl eines einzigen Warmwasserkessels, der natürlich wirtschaftlicher ist als einige kleine. Er arbeitet nach dem Heisswasserspeicherprinzip, indem er die billige Nachtenergie ausnützt und das warme Wasser aufspeichert.

Wegen seines Volumens war es unmöglich, ihn im Warenhaus selber unterzubringen; er wurde deswegen auf dem Dach aufgestellt, wodurch sich auch eine äusserst einfache Verteilung des warmen Wassers ergab.

Das von der Stadt gelieferte Wasser war seiner Qualität nach für galvanisiertes Eisen gefährlich, und sein Druck zu gross, als dass ein kupferner Druck-Behälter in Frage gekommen wäre; so entschloss man sich, einen Auslaufspeicher aus 6 mm Kupfer, innen verzinnt, mit 5100 l Nutzinhalt und mit einem Leergewicht von 1600 kg zu bauen, der von einem 10 cm dicken, geteerten und mit einer Zementschicht und ölgestrichenem Segeltuch umgebenen Korkmantel isoliert wurde. Dessen drucklose Speisung erfolgt aus einem separaten Becken mit Schwimmer. Eine elektromagnetische Drosselklappe sorgt dafür, dass ausser der Heizzeit kein kaltes Wasser einfliessen kann, damit das warme Wasser bis auf den letzten Tropfen tatsächlich warm ausfliesst. Sechs elektrische Heizrohre von je 10 kW Leistung besorgen die Heizung; sie sind im Reservoir unterhalb der Warmwasserausflussöffnung eingebaut, so dass sie stets in mindestens 250 l Wasser tau-

chen; auf gleicher Höhe liegt auch der Thermostat und das Kaltwassereinflussrohr.

Zum Kessel gehören noch ein Mannsloch, ein Schnüffelventil und ein Leerungshahn sowie ein automatischer Oelschalter.

Genügen die über Nacht geheizten 5100 l nicht, so können durch entsprechende Schaltereinstellung über Tag noch 1500 l Wasser eingelassen und erwärmt werden.

Diese Anlage ist seit 3½ Jahren in Betrieb und funktionierte seither störungsfrei. — (M. Le Prévost, BIP, juin 1933.) *L. B.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Die Einstellung der phasenreinen Rückkopplung bei selbsterregten Systemen.

621.396.611.33

Bei einem rückgekoppelten Generator erregt sich nur dann genau die Eigenfrequenz des Schwingungskreises, wenn die Rückkopplung «phasenrein» ist, d. h. wenn die durch Rückkopplung dem Schwingkreis zugeführte Spannung (bzw. Kraft im Falle mechanischer Schwingungen) exakt gegenphasig verläuft zur Spannung (Kraft) des Schwingstromes [1]). Schwankungen der Speisespannungen können dann am Röhrengenerator nur noch Amplitudenschwankungen des Schwingstromes, aber keine Frequenzänderungen hervorrufen. Obwohl die Bedingungen, die für diesen Schwingungszustand zu erfüllen sind, in jedem Falle mathematisch formuliert werden können, fehlte doch bis jetzt ein einfaches experimentelles Kriterium, das rasch festzustellen gestattet, wann die phasenreine Rückkopplung tatsächlich eingestellt ist.

Die Einfachheit des neuen Verfahrens beruht darauf, dass an Stelle des üblichen Rückkopplungsfaktors lediglich Grössen benutzt werden, die man an selbsterregten Systemen ohnehin betriebsmässig beobachtet, oder die mindestens der Messung leicht zugänglich sind.

Wir rechnen komplex. Am elektromechanischen System Fig. 1, wie es beispielsweise als Stimmgabelgenerator zur Anwendung gelangt, schwingt der eiserne Anker A im Feld eines permanenten oder Elektro-Magneten [2]) mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{v}$ und es wirken an ihm über die Polschuhwicklungen W_1 und W_2 die beiden Stromkräfte $\mathfrak{P}_1 = A_1 \cdot \mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{P}_2 = A_2 \cdot \mathfrak{J}_2$, wo A_1 und A_2 Konstante bedeuten. Führt man noch die mechanische Impedanz $\mathfrak{Z}_m = W + j\,(\omega M - E/\omega)$ des Ankers ein, wobei M die konstante Masse, E die Elastizitätskonstante bedeuten und die Dämpfung proportional der Geschwindigkeit angesetzt ist, so gilt in der komplexen Ebene die Kräftegleichung $\mathfrak{v}\cdot\mathfrak{Z}_m + \mathfrak{P}_1 + \mathfrak{P}_2 = 0$, d. h.

$$-\mathfrak{P}_1 = \mathfrak{v}\cdot\mathfrak{Z}_m + \mathfrak{P}_2 \qquad (1)$$

Der schwingende Anker induziert in der Spule W_2 die Spannung $\mathfrak{U}_2 = A_2 \cdot \mathfrak{v}$, woraus $\mathfrak{J}_2 = A_2 \cdot \mathfrak{v}/(R_2 + j\omega L_2)$ folgt. $\mathfrak{v}$ liege in der komplexen Ebene auf der positiven reellen

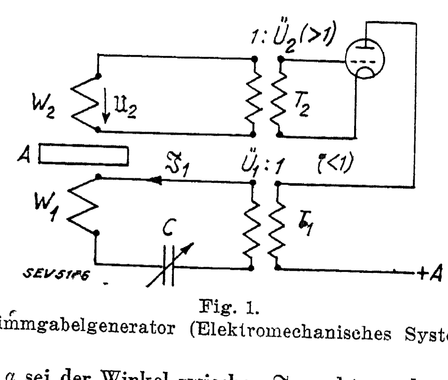


Fig. 1.
Stimmgabelgenerator (Elektromechanisches System).

Achse. α sei der Winkel zwischen $\mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{v}$, und $\varphi = \alpha - \pi$ sein negativ gemessenes Supplement; dann ist $\mathfrak{J}_1 = I_1 \cdot \varepsilon^{j\alpha} = -I_1 \cdot \varepsilon^{j\varphi}$ und für $\alpha = \pi$ oder $\varphi = 0$ schwingt das System reinphasig. Die Phasenlage von $\mathfrak{J}_1$ gegen die Gitterspannung kann mit dem Kondensator C verändert werden.

Durch Einsetzen von $\mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{J}_2$ in (1) ergeben sich mit den Abkürzungen $|\mathfrak{v}| = V$ und $R_2/(\omega L_2) = \operatorname{tg}\delta$ als reeller und imaginärer Teil die beiden Beziehungen

$$A_1\, I_1 \cos\varphi = V\cdot\left(W + \frac{A_2^2}{R_2}\cdot\sin^2\delta\right) = V\cdot W' \qquad (2)$$

$$A_1\, I_1 \sin\varphi = V\cdot\left[\omega M - \frac{1}{\omega}\left(E + \frac{A_2^2}{L_2}\cdot\cos^2\delta\right)\right] \qquad (3)$$

Aus (2) folgt

$$\frac{A_1\, I_1}{V} = \frac{W'}{\cos\varphi} \qquad (4)$$

Trägt man $A_1 I_1/V$ als Funktion der Kondensatorstellung auf, so erhält man die Kurve Fig. 2, die im Punkte $\varphi = 0$ ein ausgeprägtes Minimum aufweist. Man hat also nur bei kon-

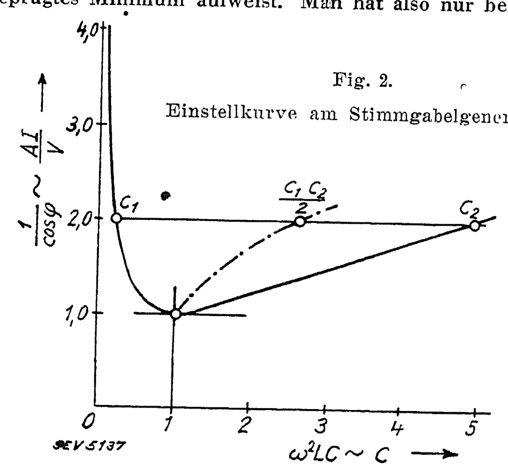


Fig. 2.
Einstellkurve am Stimmgabelgenerator.

stant gehaltener Anodenspannung den Kondensator C durchzudrehen, gleichzeitig den Schwingstrom $\mathfrak{J}_1$ zu beobachten und findet beim minimalen $\mathfrak{J}_1$ den Betriebspunkt mit phasenreiner Rückkopplung.

In der elektrischen Rückkopplungsschaltung Fig. 3 bewirkt Veränderung der Kapazität C_2 eine Phasendrehung des

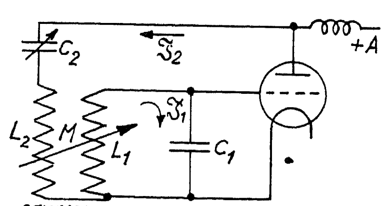


Fig. 3.
Elektrische Rückkopplungsschaltung.

Anodenstromes $\mathfrak{J}_2$ gegen den Schwingstrom $\mathfrak{J}_1$. Im Gitterkreis liefert das Induktionsgesetz die Gleichung

$$\left[R_1 + j\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)\right]\cdot\mathfrak{J}_1 + j\,\omega M\cdot\mathfrak{J}_2 = 0 \qquad (5)$$

woraus zunächst das komplexe Stromverhältnis

$$\frac{\mathfrak{J}_2}{\mathfrak{J}_1} = \frac{I_2}{I_1}\cdot\varepsilon^{j\alpha} = j\cdot\frac{R_1}{\omega M}\left[1 + j\left(\frac{\omega^2 L_1 C_1 - 1}{\omega R_1 C_1}\right)\right] \qquad (6)$$

[1]) Der komplexe Rückkopplungsfaktor muss negativ reell sein.

[2]) in Fig. 1 nicht eingezeichnet.

folgt. Führt man nun mit $\alpha = \frac{\pi}{2} + \varphi$ den Winkel φ als negatives Komplement zu α ein, so ist für $\varphi = 0$ die Rückkopplung phasenrein und es ergeben sich aus (6) durch Trennung in Real- und Imaginärteil die beiden Gleichungen

$$\frac{I_2}{I_1} \cdot \cos\varphi = \frac{R_1}{\omega M} \quad (7) \qquad \frac{I_2}{I_1} \cdot \sin\varphi = \frac{\omega^2 L_1 C_1 - 1}{\omega^2 M C_1} \quad (8)$$

wobei (7) in der Form

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{\omega M} \cdot \frac{1}{\cos\varphi} \quad (9)$$

das Analogon zu (4) darstellt. Beim Durchdrehen des Kondensators C_2 durchläuft hier das Stromverhältnis I_2/I_1 ähnlich wie die Kurve Fig. 2 ein Minimum, das den Betrieb mit phasenreiner Rückkopplung kennzeichnet.

Der an diesen zwei Beispielen erläuterte Gedankengang lässt sich sinngemäss auf beliebige Netzwerke mit konstanten Schaltelementen übertragen. (— W. v. Philippoff, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 11 [1934], H. 9, S. 310.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Die neue amerikanische Public-Utility-Gesetzgebung [1]).

(Public Utility Act von 1935.) 347 : 621.311(73)

Im August 1935 wurde vom Kongress trotz gewaltiger Opposition der betroffenen Wirtschaftsgruppen und gewisser Regierungskreise der Public Utility Act von 1935 (die sog. Wheeler-Rayburn Utility-Bill) angenommen. Dieses Gesetz verkörpert die Rooseveltsche Public Utility-Politik und hat in der Hauptsache die billigere Versorgung des Publikums mit Gas und Elektrizität und die Beseitigung von Mißständen im Public Utility Holding-System der Vereinigten Staaten zum Ziele. Es ist daher ein ausgesprochenes Wirtschaftsgesetz, das aus zwei Hauptteilen besteht, nämlich aus einem Titel I (Public Utility Holding Company Act) und einem Titel II (Federal Power Act).

Titel I befasst sich mit der Regulierung der Holding-Gesellschaften. Die Durchführung des Holding-Gesetzes wurde der Securities- and Exchange-Commission (SEC) übertragen, der ausserdem auch die Durchführung des Börsengesetzes von 1934 und des Wertpapiergesetzes von 1933 untersteht. Das Gesetz bringt jedoch nicht nur für die Holding-Gesellschaften, sondern auch für die Betriebsgesellschaften, also den Tochtergesellschaften der Public-Utility Holdinggesellschaften ausserordentlich weitgehende bundesstaatliche Aufsicht, soweit ihr Geschäftskreis über die Grenzen eines Einzelstaates der Union in einen andern hinüberreicht.

Grundsätzlich soll die Konzernverschachtelung künftig auf höchstens drei Stufen beschränkt werden. Das Gesetz gibt der Kommission ferner das Recht, Aenderungen der Stimmrechtsverhältnisse anzuordnen, um eine «gerechte» und gleichmässige Verteilung des Stimmrechtes unter den sämtlichen Wertpapierbesitzern einer Gesellschaft zu garantieren. Dieses Recht bezieht sich nicht nur auf die Holdinggesellschaften, sondern auch auf die Tochtergesellschaften der Utility-Konzerne. Die Aufsichtsfunktionen der SEC betreffen hauptsächlich die Finanzierungspraxis, den Erwerb und die Veräusserung von Betriebsanlagen und Beteiligungen, die Zahlung von Dividenden, die Buchhaltungsmethoden und anderes mehr. Die neue Public Utility-Aufsicht beginnt mit einem Anmeldezwang aller Public Utility Holdinggesellschaften bei der SEC. Die Anmeldung musste zwischen dem 1. Oktober und 1. Dezember 1935 erfolgen. Gewisse Utility-Holdinggesellschaften und Tochtergesellschaften von Utility-Konzernen können von der Anmeldung und sonstigen Vorschriften des Utility-Gesetzes befreit werden, wenn z. B. ihr Geschäftskreis vorwiegend auf einen Einzelstaat beschränkt ist.

Titel II (Federal Power Act) besteht aus drei Teilen. Der erste Teil enthält Ergänzungsgesetze zum Federal Water Power Act, der zweite Teil regulierende Bestimmungen betreffend Elektrizitätsgesellschaften, die sich mit der Uebertragung oder dem Verkauf elektrischer Energie aus einem Staat in einen oder mehrere andere Staaten der Union befassen (interstate commerce). Der dritte Teil enthält ausschliesslich Vollziehungsverordnungen und administrative Bestimmungen.

Es soll nochmals kurz auf den Public Utility Holding Act zurückgekommen werden, der vor allem unser Interesse beansprucht. Es wird von demselben behauptet, dass er sich hauptsächlich durch eine sehr unklare Sprache auszeichne. Massgebende juristische Kreise in den Vereinigten Staaten sind davon überzeugt, dass dieses Gesetz verfassungswidrig ist und die Feuerprobe auf Verfassungsmässigkeit vor dem obersten Bundesgerichtshof (Supreme Court) voraussichtlich nicht bestehen dürfte. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass bereits andere Wirtschaftsgesetze, welche dem Staat bedeutende Eingriffsrechte in die allgemeine Wirtschaft gestattet hätten, wie z. B. der National Recovery Act (NRA) und neuerdings auch der Agricultural Adjustment Act (AAA) vom Bundesgerichtshof als verfassungswidrig erklärt worden sind.

Inzwischen ist auch bereits im Zusammenhang mit der finanziellen Reorganisation der American States Public Service Company die Verfassungsmässigkeit des Public Utility Act vor dem Bundes-Districtgerichtshof im Staate Maryland angefochten worden, wobei diese Gerichtsinstanz auf Verfassungswidrigkeit entschieden hat. Der Fall liegt nun gegenwärtig beim Appellationsgericht zur Behandlung. Wie bereits erwähnt, besteht ein Anmeldezwang für alle Public Utility-Holdinggesellschaften bei der SEC. Erhebungen, die nach Ablauf der Anmeldefrist vorgenommen wurden, haben ergeben, dass sich bis zu jenem Zeitpunkte nur 60 Gesellschaften angemeldet hatten, während 331 von den Ausnahmebestimmungen Gebrauch zu machen wünschen; etwa 50 Gesellschaften suchen die Ausführung des Gesetzes zu verhindern, 6 haben überhaupt keine Schritte unternommen und 3 weitere Gesellschaften wurden durch Beschluss der Aktionäre an der Anmeldung verhindert. Daraus dürfte hervorgehen, dass der SEC, der die Durchführung des Utility-Gesetzes übertragen worden ist, bereits namhafte Schwierigkeiten in den Weg gelegt worden sind. *De.*

[1]) Public Utiliy-Gesellschaften sind Unternehmungen zur Versorgung der Oeffentlichkeit mit Elektrizität, Gas, Wasser usw.

Miscellanea.

Centenaire de la mort d'Ampère. Comme on sait, le centenaire de la mort d'André Marie Ampère (voir Bull. ASE 1935, p. 629 et 732) sera célébré en mois de mars prochain à Lyon. Les fêtes comprendront une exposition retrospective de l'électricité, sous les titres: Production et distribution de l'électricité, traction électrique, radiologie, télécommunication, lumière, physique moderne, et les 5, 6, 7 et 8 mars des Journées de Conférences sur des sujets techniques et scientifiques, tenues par des personnalités françaises les plus éminentes. Renseignements détaillés auprès du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS ou du Comité du Centenaire d'André-Marie Ampère, rue Ménestrier, Lyon.

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*): Production hydraulique 1934/35	1935/36	Production thermique 1934/35	1935/36	Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles 1934/35	1935/36	Energie importée 1934/35	1935/36	Energie fournie aux réseaux 1934/35	1935/36	Différence par rapport à l'année précédente	Accumulation d'énergie*): Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois 1934/35	1935/36	Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage 1934/35	1935/36	Exportation d'énergie *) 1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	—17	85,2	113,6
Décembre .	344,9		1,9		3,0		3,6		353,4			441	551	— 34	—30	87,5	
Janvier . . .	371,0		2,1		2,5		3,1		378,7			338		—103		94,8	
Février . . .	332,3		1,4		2,2		2,5		338,4			292		— 46		87,1	
Mars	369,6		0,5		1,9		1,8		373,8			245		— 47		108,5	
Avril	355,6		0,2		1,9		—		357,7			251		+ 6		104,4	
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Nov. . .	723,3	772,6	2,5	2,0	4,6	7,5	2,6	—	733,0	782,1	+ 6,7					191,5	227,3

Mois	Distribution d'énergie dans le pays: Usages domestiques et artisanat 1934/35	1935/36	Industrie 1934/35	1935/36	Electrochimie, métallurgie, thermie [1]) 1934/35	1935/36	Excédents livrés pour les chaudières électriques [2]) 1934/35	1935/36	Traction 1934/35	1935/36	Pertes et énergie de pompage [3]) 1934/35	1935/36	Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage 1934/35	1935/36	y compris les excédents et l'énergie de pompage [4]) 1934/35	1935/36	Différence par rapport à l'année précédente [5])
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2 (5,5)	17,7 (4,6)	13,5 (13,5)	30,5 (30,5)	23,4	21,7	51,6 (3,3)	50,3 (2,5)	248,1	239,5	270,4 (22,3)	277,1 (37,6)	+ 2,5
Décembre .	116,0		47,0		15,5		11,8		23,4		52,2		246,6		265,9		
Janvier . . .	122,3		49,2		17,5		15,3		24,7		54,9		263,5		283,9		
Février . . .	104,3		44,2		15,9		17,4		21,5		48,0		228,6		251,3		
Mars	106,5		44,8		16,6		23,5		22,0		51,9		234,0		265,3		
Avril	95,6		44,4		20,1		23,1		17,7		52,4		214,8		253,3		
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Nov. . .	220,0	221,9	100,8	93,0	39,1 (10,5)	36,6 (10,1)	31,3 (31,3)	58,6 (58,6)	45,8	44,1	104,5 (7,8)	100,6 (3,4)	491,9	482,7	541,5 (49,6)	554,8 (72,1)	+ 2,5 (+45,4)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

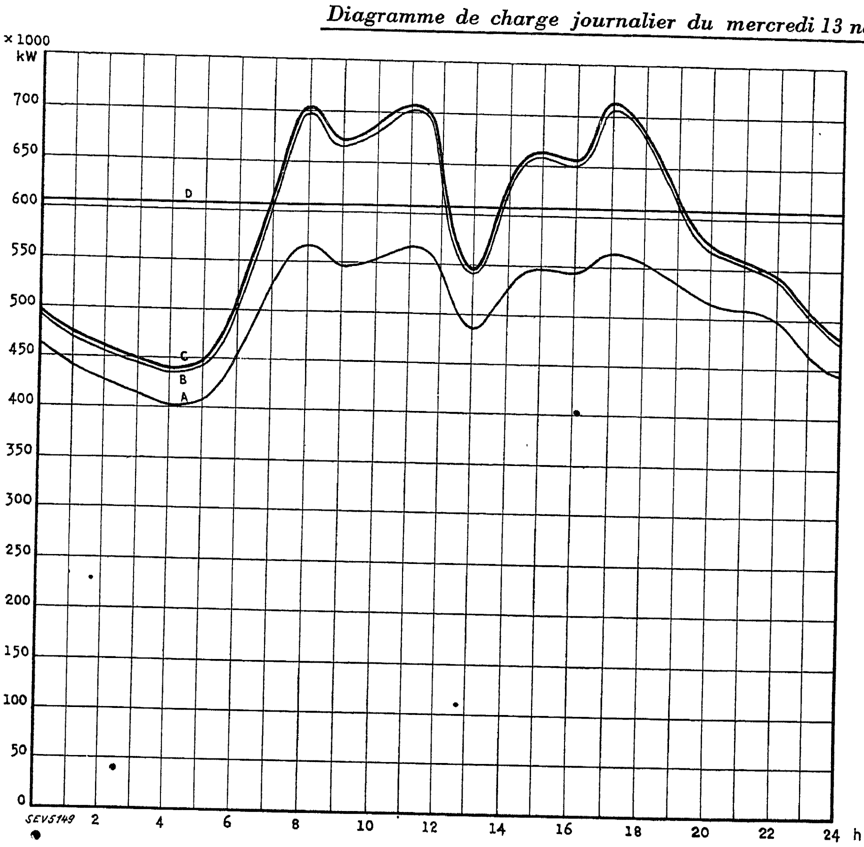
[2]) Chaudières à électrodes.

[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

Diagramme de charge journalier du mercredi 13 novembre 1935.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	608
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1263

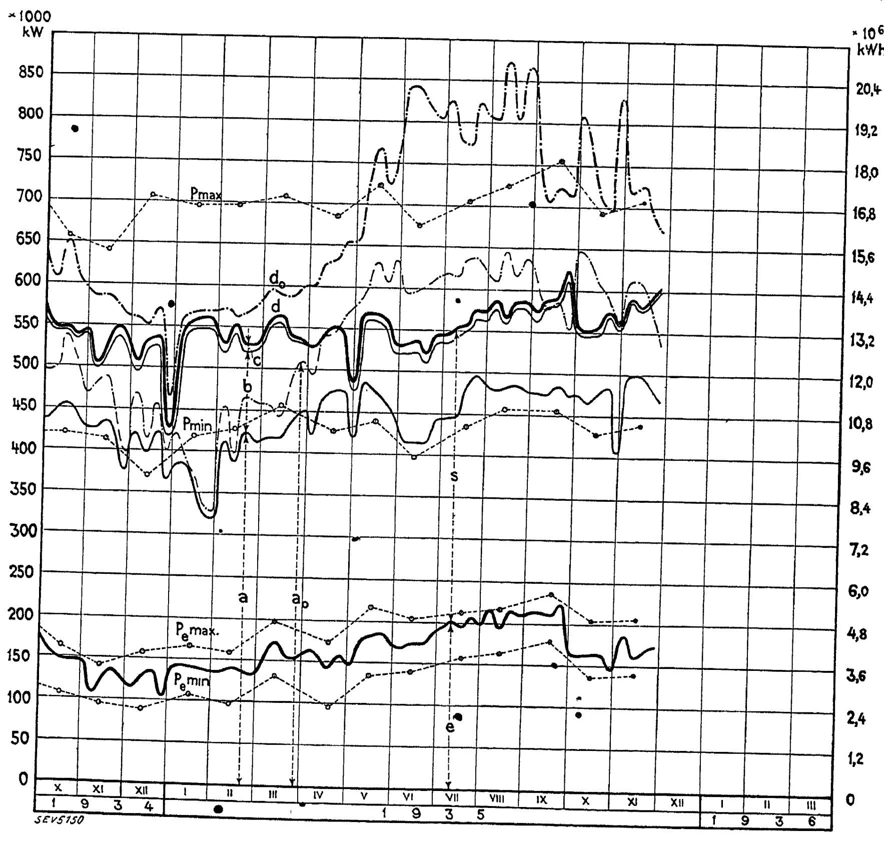
2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)
A—B Usines à accumulation saisonnière
B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	12,0
Usines à accumulation saisonnière . .	1,8
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 13 novemb. 1935 .	13,8
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 13 novembre 1935 . .	13,9
Production, samedi le 16 novembre 1935	12,5
Production, dimanche le 17 novembre 1935	9,5

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, octobre 1934 à novembre 1935.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)
a_0 Usines au fil de l'eau
d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*
a Usines au fil de l'eau
b Usines à accumulation saisonnière
c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation
d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*
s dans le pays
e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*
P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément
$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

—

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er janvier 1936.

Victor Thaler, Fabrication d'appareils électriques, *Bâle*.

Marque de fabrique: plaquette.

Interrupteurs sous coffret pour locaux secs.

Exécution: coffret en fonte avec plaque de base en résine artificielle moulée, montée, pour interrupteurs; avec ou sans ampèremètre monté; avec protection pour tubes ou pour câbles; levier.

Type No. S 2/15: commutateur étoile-triangle schéma D pour 500 V, 15 A, avec coupe-circuit shuntés au démarrage.

Remy Armbruster jun., *Bâle* (Repr. de la firme Busch-Jaeger, Lüdenscheider Metallwerke Aktiengesellschaft, Lüdenscheid).

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune resp. crème.

Type No. 302/2 J: interrupteur bipolaire schéma 0

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune.

Type No. 222 N/1 J: interrupt. ordin. unipol. schéma 0
» » 222 N/5 J: interrupt. à grad. unipol. » I
» » 222 N/6 J: inverseur unipolaire » III

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en résine artificielle moulée brune (J) ou en verre (Gl).

Type No. 222 N/1 Sp. J.. Sp. Gl: interrupt. ordin. unipol. schéma 0
» » 222 N/5 Sp. J.. Sp. Gl: interrupt. à grad. unipol. schéma I
» » 222 N/6 Sp. J.. Sp. Gl: inverseur unipolaire schéma III

Coupe-circuit.

A partir du 1er janvier 1936.

Appareillage Gardy S. A., La Jonction, *Genève*.

Marque de fabrique: GARDY

Socles pour courpe-circuit à broches, unipolaires, 250 V, 10 A (distance des alvéoles de contact: 20 mm).

Utilisation: pour montage apparent ou dans coffret.

Exécution: socle en porcelaine (une seule pièce, sans couvercle).

Type No. 12001 sans prise derrière, sans neutre.
Type No. 12001/10 avec prise derrière, sans neutre.

Socles pour coupe-circuit à broches, unipolaires, 500 V, 25 A (distance des alvéoles de contact: 30 mm).

Utilisation: pour montage apparent ou dans coffret.

Exécution: socle en porcelaine (une seule pièce, sans couvercle).

Type No. 12501 sans prise derrière, sans neutre.
Type No. 12001/10 avec prise derrière, sans neutre.

Utilisation: pour montage dans coffret approprié.

Exécution: socle en porcelaine (une seule pièce, sans couvercle).

Type No. 12500 sans prise derrière, sans neutre.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, **des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.**

Caisse de Pensions de Centrales suisses d'électricité (CPC).

Le président de la CPC en fonction depuis sa fondation (1922), Monsieur E. Dubochet, directeur, Clarens, a fait part de sa démission pour raison d'âge au comité de l'UCS qui, selon les statuts de la CPC, en nomme le président.

Le comité de l'UCS a accepté la démission en présentant à Monsieur Dubochet ses plus chaleureux remerciements pour les services rendus lors de la fondation et pendant les 13 ans de sa présidence, non seulement à la CPC, mais aussi indirectement à l'UCS. Pour lui succéder, le comité de l'UCS a désigné, avec entrée en fonction le 1er janvier 1936, Monsieur *G. Lorenz*, directeur des Rhätische Werke für Elektrizität, Thusis, et des Bündner Kraftwerke A.-G., Klosters.

Monsieur Lorenz a fait partie du comité de la CPC dès la fondation à titre de délégué des entreprises. Monsieur Dubochet a accepté de rester encore membre du comité de la CPC.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs de protection pour moteurs.

La commission des normes de l'ASE et de l'UCS a élaboré un projet de «conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs de protection pour moteurs». Avant de les soumettre à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mise en vigueur, nous invitons les personnes intéressées à se procurer ce projet auprès du secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, et de remettre les observations éventuelles audit secrétariat, par écrit en deux exemplaires, jusqu'au *15 février 1936* au plus tard. Il est prévue de mettre ces «conditions» en vigueur le 1er avril 1936.

———

Normes pour condensateurs destinés aux télécommunications et au déparasitage.

La commission des normes de l'ASE et de l'UCS a élaboré un projet de «normes pour condensateurs destinés aux

télécommunications et au déparasitage, pour raccordement à un réseau à courant fort». Avant de transmettre ce projet à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mise en vigueur, nous invitons les intéressés à se procurer ce projet auprès du secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, et de remettre les observations éventuelles audit secrétariat, par écrit en deux exemplaires, jusqu'au *15 février 1936* au plus tard. Il est prévu de mettre ces normes en vigueur le 1er avril 1936, avec délai d'introduction d'une année. Après l'expiration du délai d'introduction, seuls des condensateurs conformes à ces normes pourront être utilisés dans les buts précités.

Modifications et compléments aux normes de l'ASE; nouvelles conditions techniques de l'ASE.

Recueil des prescriptions de l'ASE.

Les modifications et compléments aux normes de l'ASE qui ont paru au Bulletin No. 26/1935 et les nouvelles conditions techniques publiées au No. 1/1936 et paraissant dans ce numéro ont fait l'objet de tirages à part. Ils sont en vente auprès du Secrétariat général aux prix suivants et sous les numéros indiqués ci-après. L'envoi de ces publications sera fait dans un mois environ, sans autre avis, aux possesseurs du recueil des prescriptions (tomes A et B) qui sont abonnés aux changements apportés à ce recueil et en même temps que l'envoi de la 4e édition des prescriptions pour installations électriques intérieures.

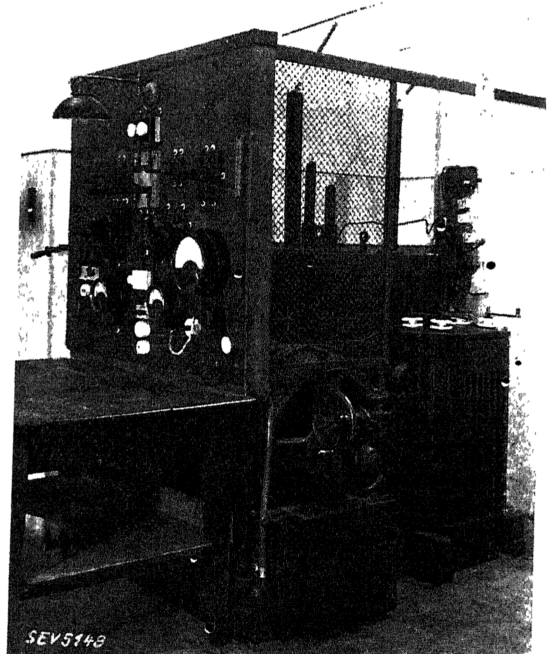
No. de la public.		Prix Fr. pour membres	Prix Fr. pour d'autres pers.
110 f a	Modifications aux feuilles de normes SNV 24312 pour prises de courant 3 P + T, 500 V, 15 A (pour la publication No. 110 f)	Ces modifications et compléments sont gratuits pour les possesseurs de ces publications et doivent être collés à l'endroit respectif. Les abonnés aux compléments du recueil des prescriptions les reçoivent comme indiqué ci-dessus	
114 f a	Modifications aux feuilles de normes SNV 24305, 24306 et 24307 pour prises de courant 2 P + T, 500 V, 15 A, 3 P + T, 500 V, 15 A, 3 P + N + T, 500 V, 15 A (pour la public. No. 114 f)		
116 f a	Modifications aux normes pour transformateurs de faible puissance (pour la publication No. 116 f)		
120 f a	Modifications aux normes pour prises de courant (pour la public. No. 120 f)		
121 f a	Complément aux normes pour coupe-circuit (pour la publication 121 f)		
124 f	Condit. techn. pour huiles isolantes (huiles minérales)	1.–	1.50
126 f	Condit. techn. auxquelles doivent satisfaire les plaques de cuisson à chauffage électr. et les cuisinières électriques de ménage	–.70	1.–
127 f	Condit. techn. auxquelles doivent satisfaire les coussins chauffants électriques	–.50	–.80
128 f	Condit. techn. auxquelles doivent satisfaire les supports de fers à repasser	–.30	–.50
129 f	Normes pour interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou à déclenchement à distance par commande électrique et pour contacteurs (Disposit. complémentaires aux normes de l'ASE p. interrupt.)	–.30	–.50
130 f	Conditions techniques pour disjoncteurs	–.80	1.30

Conditions techniques pour huiles isolantes.

Les «conditions techniques pour huiles isolantes» publiées dans le no. 1, p. 28 du Bulletin ASE 1936, ont été approuvées le 13 décembre 1935 par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS qui a décrété leur entrée en vigueur au 1er janvier 1936. Elles remplacent les anciennes «normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs», édition I (1925) et II (1930).

Station d'essai des matériaux.

La photographie ci-dessous montre un tableau en chêne avec transformateur d'essai, installation utilisée par la Station d'essai des matériaux de l'ASE depuis sa fondation en 1902, tout d'abord au dépôt des trams de Zurich à la Hardturmstrasse, puis dans l'immeuble actuel, à la Seefeldstrasse. Cette installation d'allure presque moyenâgeuse, qui a cependant toujours été dans un local sec, a rendu pendant trente-trois ans de précieux services à l'institut, sans aucune perturbation. Pour cette raison, et particulièrement par raison



d'économie, elle n'a pas été remplacée par une installation moderne, lors de l'aménagement du nouvel immeuble en 1921. C'est seulement maintenant que cet honorable tableau en chêne, qu'il ne vaudrait plus la peine de transformer pour le nouveau laboratoire physico-chimique, va être mis au rebut pour faire place à une installation moderne. Si nous consacrons ici quelques lignes à cette antiquité, c'est aussi pour montrer que la Station d'essai de l'ASE a toujours su gérer avec discernement les moyens dont elle dispose.

Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs automatiques pour installations intérieures (disjoncteurs).

(Approuvées par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, le 13 décembre 1935, et entrant en vigueur le 1er janvier 1936.)

Les différents caractères du texte ont les significations suivantes:

a) Normal: Conditions proprement-dites.

b) *Italiques: Prescriptions pour les essais permettant de constater le maintien des conditions.*

c) Petit: Commentaires.

Remarque préliminaire.

Jusqu'à l'établissement des «Normes pour interrupteurs automatiques pour installations intérieures» définitives, les interrupteurs à maximum d'intensité montés dans les installations intérieures à la place des coupe-circuit de distribution doivent satisfaire aux conditions techniques suivantes, établies par la commission des normes de l'ASE et de l'UCS.

Ces conditions ne concernent toutefois pas les interrupteurs de protection de moteurs, dont la tâche est de protéger les moteurs contre tout échauffement inadmissible.

Terminologie.

Les *disjoncteurs à action différée* ont un retard au fonctionnement, qui dépend de la valeur et de la durée de la surintensité.

Les *disjoncteurs à action non différée* déclenchent en une fraction de seconde, dès que l'intensité du courant dépasse une valeur critique.

Les *disjoncteurs à socle* sont destinés au montage contre paroi ou sur tableau.

Les disjoncteurs (automates) ayant la forme et la grandeur d'éléments de coupe-circuit rentrent dans la catégorie des disjoncteurs à socle.

Les *disjoncteurs forme bouchon ou à fiches* se montent dans les socles de coupe-circuit.

§ 1. Genres d'exécution normaux.

Les exécutions normales des disjoncteurs sont les suivantes:

a) Disjoncteurs à socle, à action différée et non différée
Tension nominale V: 250 380 500 — Intensité nominale A: 2 4 6 10 15 20 25
uni- ou multipolaires;

b) Disjoncteurs forme bouchon ou à fiches, à action différée et non différée:

1° Tension nominale V: 250 — Intensité nominale A: 2 4 6 10 15
à filetage SE 21 pour montage dans les socles normaux pour coupe-circuit 250 V 15 A à filetage SE 21 (feuille de normes SNV 24355);

2° Tension nominale V: 250 380 — Intensité nominale A: 2 4 6 10 15 20 25
avec bouchon fileté E 27 pour montage dans les socles normaux pour coupe-circuit 500 V 25 A à filetage E 27 (feuille de normes SNV 24357);

3° Tension nominale V: 250 — Intensité nominale A: 2 4 6 10
avec fiches pour montage dans les socles normaux pour coupe-circuit à fiches 250 V 10 A (feuille de normes SNV 24361);

4° Tension nominale V: 250 380 — Intensité nominale A: 2 4 6 10 15 20 25
avec fiches pour montage dans les socles normaux pour coupe-circuit à fiches 500 V 25 A (feuille de normes SNV 24363).

Les disjoncteurs à socle peuvent être prévus soit pour courant alternatif ou courant continu seulement, soit pour les deux genres de courant.

Les disjoncteurs forme bouchon ou à fiches doivent être utilisables aussi bien pour le courant continu que pour le courant alternatif, et présenter la même tension nominale pour les deux genres de courant, à l'exception de l'exécution pour 250 V courant continu, qui est également admissible pour 380 V courant alternatif.

Les disjoncteurs multipolaires à socle doivent posséder pour chaque pôle un dispositif de déclenchement à maximum d'intensité; tous les pôles doivent être groupés de façon qu'ils enclenchent et déclenchent simultanément. Exception est faite pour les disjoncteurs avec conducteur neutre ou fil de terre pouvant être sectionné et ne possédant pas de dispositif de déclenchement à maximum d'intensité; ce conducteur doit toujours être enclenché avant les autres conducteurs et déclenché après ceux-ci.

§ 2. Désignations.

a) Les désignations doivent être durables et bien lisibles.

b) L'intensité nominale en ampères, la tension nominale en volts et la marque de fabrique du constructeur ainsi que, cas échéant, le symbole du courant alternatif ou du courant continu doivent être apposés sur les disjoncteurs à socle, de façon qu'ils soient facilement et distinctement reconnaissables lorsque le disjoncteur est monté et branché. Pour les disjoncteurs à bouchon ou à fiches, ces désignations doivent être apposées de façon à être facilement et distinctement reconnaissables sans avoir à démonter le disjoncteur.

c) Si les désignations sont apposées sous la forme de symboles, ampères doit être indiqué par A et volts par V; on peut également n'indiquer que la valeur numérique, auquel cas la valeur de l'intensité doit précéder celle de la tension ou être placée au-dessus, et en être séparée par un trait (p. ex. 6/250 ou $\frac{6}{250}$).

d) Les disjoncteurs à socle qui ne sont utilisables que pour le courant alternatif, doivent être désignés par le symbole ∼; ceux pour courant continu seulement, par le symbole ⎓. Les disjoncteurs à socle ne portant pas de désignation du genre de courant doivent être utilisables pour les deux genres de courant.

e) La position de couplage doit être nettement reconnaissable dans tous les cas, c'est-à-dire aussi bien pour l'actionnement à la main que pour le déclenchement automatique.

f) Les disjoncteurs à action non différée doivent être désignés comme tels par la lettre «F».

§ 3. Généralités sur les essais.

a) Sauf spécification différente, les disjoncteurs sont essayés à l'état normal et dans leur position normale d'utilisation, à une température ambiante de 20 ± 5° C. Les disjoncteurs à bouchon ou à fiches sont essayés dans un socle de coupe-circuit à raccordement par l'arrière et conforme aux «Normes de l'ASE pour coupe-circuit à fusible enfermé, destinés aux installations intérieures».

b) Le disjoncteur à socle et le socle de coupe-circuit sont raccordés par des conducteurs pour l'intensité nominale du disjoncteur à essayer.

c) Les essais ont lieu dans l'ordre des paragraphes suivants.

d) Pour chaque genre d'exécution (voir § 1), trois appareils sont soumis à tous les essais.

e) Les disjoncteurs destinés uniquement au courant continu sont essayés sous courant continu; ceux pour courant alternatif, sous courant alternatif. Quant aux disjoncteurs qui sont destinés à ces deux genres de courants, trois exemplaires sont essayés sous courant continu conformément à leur désignation en courant continu et trois exemplaires sous courant alternatif conformément à leur désignation en courant alternatif.

f) L'épreuve est considérée comme ayant réussi, lorsque tous les exemplaires à essayer [voir d) et e)] ont subi tous les essais avec succès.

§ 4. Exigences d'ordre général.

a) Les disjoncteurs doivent satisfaire aux dispositions des «Prescriptions de l'ASE relatives à l'établissement, à l'exploi-

tation et à l'entretien des installations électriques intérieures» (prescriptions sur les installations intérieures).

b) Les disjoncteurs doivent être construits et dimensionnées de façon que leur service ne puisse faire courir aucun danger à l'entourage, ni porter préjudice à leur fonctionnement et à leur manipulation.

c) Les disjoncteurs doivent être protégés, par un plombage ou autre fermeture équivalente mise en place par le fabricant, contre toute manipulation de leur mécanisme par des personnes non autorisées. Le montage de ces disjoncteurs doit pouvoir se faire sans avarier ce plombage.

d) Dans le cas des disjoncteurs avec shuntage du conducteur neutre ou médian, le dispositif de sectionnement de ce conducteur doit être constitué par une pièce de contact amovible, fixée solidement et protégée contre tout contact accidentel comme les parties sous tension. Cette pièce de contact ne doit pouvoir être dégagée qu'à l'aide d'un outil (p. ex. tournevis, clé), ou bien le couvercle du dispositif de sectionnement ne doit pouvoir être enlevé qu'à l'aide d'un outil. Un sectionnement du conducteur neutre ou médian doit pouvoir se faire sans avarier les plombs mis en usine, mentionnés sous *c)*, ni obliger à défaire les connexions aux bornes de raccordement. La disposition doit être telle que le couvercle du dispositif de sectionnement ne puisse pas être mis en place lorsque la pièce de contact est dégagée (conducteur neutre où médian ouvert).

§ 5. Protection contre les contacts accidentels.

a) Un contact accidentel avec les parties sous tension doit être impossible lorsque le disjoncteur à socle est installé ou que le disjoncteur à bouchon ou à fiches est mis en place.

L'essai a lieu à l'aide du doigt métallique représenté sur la fig. 1.

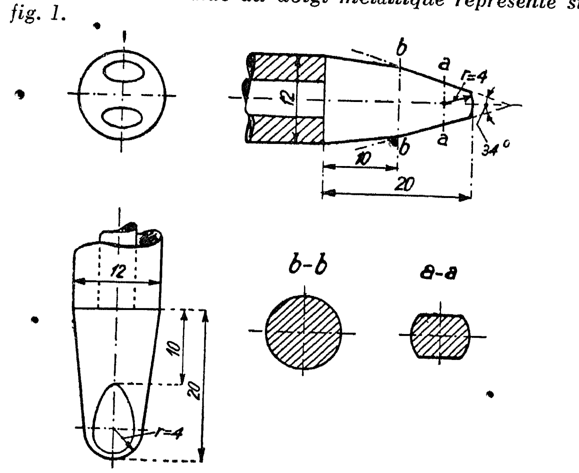


Fig. 1.
Doigt métallique pour l'essai du danger de contact des parties sous tension. Cotes en mm.

b) Les disjoncteurs à bouchon ou à fiches doivent pouvoir être remplacés sans que les parties sous tension puissent être touchées accidentellement.

c) Les organes de commande (poignée, levier ou poussoir) peuvent être en matière isolante ou en métal. S'ils sont en métal, ils doivent être séparés par un double isolement des parties sous tension, de façon à exclure tout passage de tension à l'organe de commande au cas où l'un des isolements serait défectueux.

Quand l'organe de commande est défectueux ou qu'il a été enlevé, aucune des parties sous tension ne doit pouvoir être touchée par le doigt métallique représenté sur la fig. 1.

d) Les organes de commande doivent faire partie intégrante des disjoncteurs, ou ne pas pouvoir être enlevés sans l'aide d'un outil.

§ 6. Dispositifs de raccordement des disjoncteurs.

a) Les bornes et boulons de raccordement des disjoncteurs à socle doivent permettre la fixation de conducteurs présentant les sections suivantes:

1 à 6 mm^2	pour	courant	nominal	jusqu'à	6 A
4 » 10	»	»	»	»	de 10 et 15 A
10 » 20	»	»	»	»	» 20 et 25 A

b) Les bornes et boulons de raccordement doivent être conçus de telle sorte qu'un dégagement pendant le service ou un déplacement sous l'effet des contraintes exercées lors du raccordement soient impossibles.

§ 7. Socle et couvercle.

a) Le socle des disjoncteurs doit être en matière céramique s'il sert de support à des parties sous courant ou sous tension.

b) Les ouvertures pour l'introduction des conducteurs d'amenée des disjoncteurs doivent être dimensionnées, construites et disposées de façon que l'isolation des conducteurs ne soit pas abîmée lors de leur introduction. L'introduction et le raccordement des conducteurs doivent être possibles d'au moins deux côtés du disjoncteur monté correctement sur son support.

c) Les couvercles des bornes ne doivent pouvoir être enlevés qu'à l'aide d'un outil.

§ 8. Mécanisme de couplage.

a) Les disjoncteurs à socle doivent pouvoir être enclenchés et déclenchés, les disjoncteurs à bouchon ou à fiches enclenchés, à la main; un dispositif à marche libre doit être prévu afin que le disjoncteur puisse également déclencher lorsque l'organe de commande est maintenu dans la position d'enclenchement.

b) Les disjoncteurs doivent être construits de façon à ne pas rester dans une position intermédiaire lorsque leur actionnement est correct.

§ 9. Essai de résistance à la chaleur.

Les disjoncteurs doivent être, dans leur ensemble, résistants à la chaleur, en particulier les couvercles, les parois intermédiaires, les pare-étincelles, etc.

a) La résistance à la chaleur est essayée dans un thermostat à 100° C. La durée de l'essai est d'une heure. La température d'essai est maintenue avec une tolérance de ± 5° C.

b) Après avoir été soumis pendant une heure à l'action de la chaleur, le disjoncteur ne doit avoir subi aucune modification susceptible de nuire à son bon fonctionnement.

c) La matière isolante qui sert à recouvrir extérieurement les parties sous tension, sans toutefois supporter ces parties, est soumise en outre au cours de l'essai a) à l'épreuve suivante: Une bille d'acier de 5 mm de diamètre, chargée d'un poids de 2 kg, est posée sur une face horizontale de l'objet à examiner. Au bout d'une heure, l'empreinte laissée par la bille ne doit pas avoir plus de 2 mm de diamètre.

La figure 2 représente un appareil utilisé pour cet essai de compression.

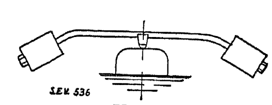


Fig. 2.
Appareil pour l'essai de compression.

§ 10. Intensité du courant de déclenchement.

L'intensité du courant de déclenchement des disjoncteurs doit être dans un rapport exact avec celle de l'intensité nominale, aussi bien pour une charge permanente que pour une charge de brève durée.

A. Disjoncteurs à action non différée.

Les disjoncteurs à action non différée ne doivent pas déclencher en cas de brusque charge sous intensité nominale, mais bien lorsque le courant partant de sa valeur nominale s'accroît continuellement pour atteindre en 30 s une valeur 1,3 fois supérieure.

Cet essai est effectué à trois reprises.

B. Disjoncteurs à action différée.

a) Les disjoncteurs à action différée ne doivent pas déclencher lorsqu'ils sont soumis pendant une heure à une charge sous l'intensité d'essai 1 indiquée ci-après; chargés ensuite par l'intensité d'essai 2, ils doivent interrompre le circuit en une heure au plus.

Intensité nominale du disjoncteur en A	2	4	6	10	15	20	25
Intensité d'essai 1 A	3,3	6,7	10	14	20	25	30
Intensité d'essai 2 A	4,5	9	12,6	18	25,5	32	38,5

b) En partant de l'état froid, les disjoncteurs à action différée ne doivent pas déclencher avant 8 s lorsqu'ils sont soumis à une charge de 2,5 fois l'intensité nominale, mais lorsque la charge est de 4 fois l'intensité nominale, ils doivent déclencher le circuit en 30 s au plus; dans ce dernier cas, un déclenchement ne doit pas se produire si la charge ne dure que 0,2 s.

c) Les disjoncteurs à action différée doivent déclencher avant 1 s lorsque l'intensité atteint 10 fois la valeur nominale en courant alternatif, resp. 8 fois la valeur nominale en courant continu.

d) Pour les disjoncteurs multipolaires, les conditions sous a) à c) sont valables pour une charge symétrique.

e) Les durées de déclenchement de 1 heure et de 30 s (intensité d'essai 2, resp. 4 fois l'intensité nominale) indiquées sous a) et b), ne doivent également pas être dépassées par les disjoncteurs multipolaires, lorsqu'un seul pôle est chargé d'une valeur égale à 1,2 fois celles indiquées sous a) et b).

f) Les essais mentionnés sous a) à e) sont effectués à deux reprises, autant que possible à une température ambiante de 20° C (tolérance ± 2° C).

§ 11. Essai de la dépendance du courant de déclenchement par rapport à la température.

Le courant de déclenchement des disjoncteurs doit être suffisamment indépendant de la température ambiante.

A) Disjoncteurs à action non différée.

Le disjoncteur ne doit pas dépasser les limites de déclenchement indiquées au § 10 A, lorsque la température ambiante varie de 0° à 40° C.

B) Disjoncteurs à action différée.

a) En partant de l'état froid et lorsque la température ambiante est de 0° C, le disjoncteur doit déclencher avant une heure, lorsque la charge atteint 1,2 fois la valeur du courant d'essai 2, mentionné au § 10 B a).

b) A une température ambiante de 40° C, le disjoncteur ne doit pas déclencher lorsque la charche atteint 0,8 fois la valeur du courant d'essai 1 mentionné au § 10 B a).

Les essais a) et b) sont effectués chacun à deux reprises.

§ 12. Echauffement.

Le disjoncteur ne doit subir aucune modification préjudiciable du fait de l'échauffement normal de service.

a) Pour vérifier cette exigence, le disjoncteur est chargé pendant 48 heures avec une intensité de 5 % inférieure à l'intensité limite.

On entend par intensité limite l'intensité que le disjoncteur peut encore supporter sans déclencher.

b) L'essai a lieu sous courant alternatif à 50 pér./s, sauf dans le cas des disjoncteurs à socle prévus uniquement pour courant continu, qui sont essayés sous courant continu.

c) Au cours de cet essai, le disjoncteur ne doit subir aucune modification susceptible de nuire à son bon fonctionnement, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir supporter les essais suivants. L'isolation ne doit pas être avariée.

§ 13. Puissance de coupure.

La puissance de coupure des disjoncteurs doit être suffisante.

a) Le disjoncteur est inséré dans un circuit d'essai sous une tension de 1,1 fois la tension nominale, dans lequel les intensités du courant sont réglées à 1, 2, 4, 6, 10, 15, 25, 60, 150 et 500 A, le disjoncteur étant shunté. Le disjoncteur est enclenché et déclenché à trois reprises sous chacune de ces charges. Pour cela, il est actionné lentement à la main jusqu'à l'établissement du contact, puis déclenché, le cas échéant. Entre chacun des trois déclenchements de chaque échelon de courant, on prévoit un arrêt de 10 s, et avant de passer à l'échelon supérieur un arrêt de 2 minutes. Au cas où ces arrêts ne suffiraient pas pour obtenir un refroidissement suffisant, ils peuvent être prolongés en conséquence.

b) Les disjoncteurs pour courant alternatif sont essayés sous courant alternatif à cos $\varphi = 0{,}6$ jusqu'à l'intensité de 60 A, puis pour les intensités supérieures sous cos $\varphi = 1$ (non-inductif). Les disjoncteurs pour courant continu sont essayés sous courant continu (non-inductif).

c) Le couplage d'essai est conforme à la fig. 3, les disjoncteurs étant montés sur une base métallique. Pour l'essai sous courant alternatif, le transformateur doit débiter en permanence 10 A environ sur une résistance non-inductive.

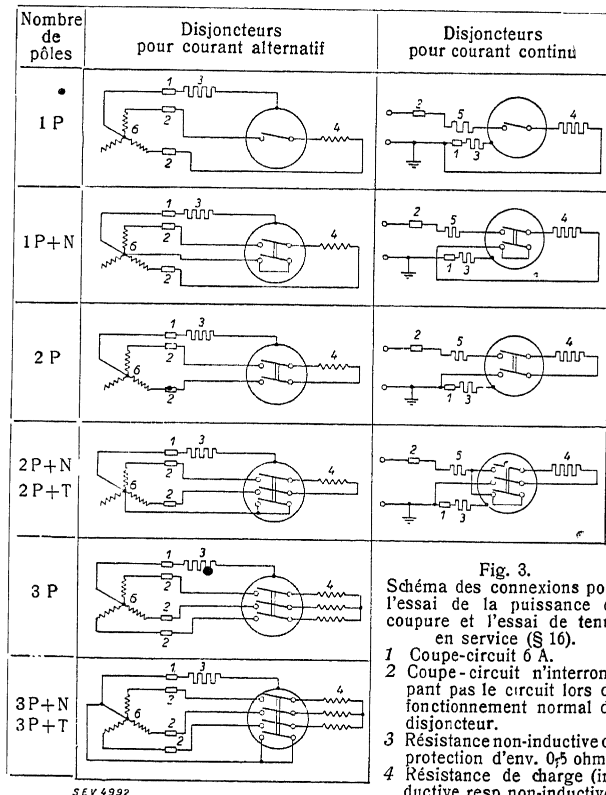


Fig. 3.
Schéma des connexions pour l'essai de la puissance de coupure et l'essai de tenue en service (§ 16).
1 Coupe-circuit 6 A.
2 Coupe-circuit n'interrompant pas le circuit lors du fonctionnement normal du disjoncteur.
3 Résistance non-inductive de protection d'env. 0,5 ohms.
4 Résistance de charge (inductive, resp. non-inductive)
5 Résistance non-inductive pour la protection de la batterie d'accumulateurs.
6 Transformateur triphasé.

d) Au cours de l'essai, le disjoncteur doit normalement déclencher, sans qu'il ne se produise d'arc permanent ou de flamme dangereuse pour le service, ni aucune autre avarie de l'appareil essayé. En outre, le coupe-circuit à fusible 6 A, inséré dans la ligne de connexion du boîtier du disjoncteur à boîtier métallique, ne doit pas fonctionner.

§ 14. Essai de résistance aux courts-circuits.

En cas de court-circuit, le disjoncteur doit déclencher normalement, sans subir d'avarie et sans faire courir de danger à l'entourage.

a) L'essai est effectuée sous 1,1 fois la tension nominale et sous charge pratiquement non-inductive.

b) Pour les essais sous courant continu, la source de courant est une batterie d'accumulateurs d'une capacité d'au moins 1000 Ah (pour une décharge d'une heure). Pour les essais sous courant alternatif ou triphasé, on se sert d'un transformateur monophasé d'au moins 100 kVA ou d'un transformateur triphasé d'au moins 160 kVA, dont la tension aux bornes à charge nominale correspond à la tension d'essai, tandis que l'impédance du transformateur et du réseau d'alimentation ne doit atteindre au maximum qu'une valeur correspondant à une tension de court-circuit de 5 % pour les puissances mentionnées. L'alimentation du transformateur doit être telle que la tension qui se rétablit immédiatement après l'extinc-

tion de l'arc ne s'écarte pas de plus de 5 % de la tension prescrite.

c) La résistance du circuit de court-circuit est dimensionnée de façon qu'un courant permanent de 1200 A s'établirait si l'interrupteur automatique était shunté.

d) Le couplage d'essai est conforme à la fig. 4, les interrupteurs automatiques à socle étant montés sur une base métallique. Pour l'essai sous courant alternatif, le transformateur doit débiter en permanence 10 A environ sur une résistance non-inductive. L'essai a lieu:

Pour courant continu, avec 6 courts-circuits, dont les trois premiers sont enclenchés par un interrupteur auxiliaire, et les trois derniers par le disjoncteur lui-même;

Pour courant alternatif, avec 9 courts-circuits, dont les six premiers sont enclenchés par un interrupteur auxiliaire manœuvré par un dispositif de couplage en synchronisme, et les trois derniers par le disjoncteur lui-même. La manœuvre de l'interrupteur auxiliaire se fait de façon que les 6 moments d'enclenchement soient répartis régulièrement sur une demi-onde de tension. Après chaque déclenchement, on prévoit un arrêt de 5 minutes.

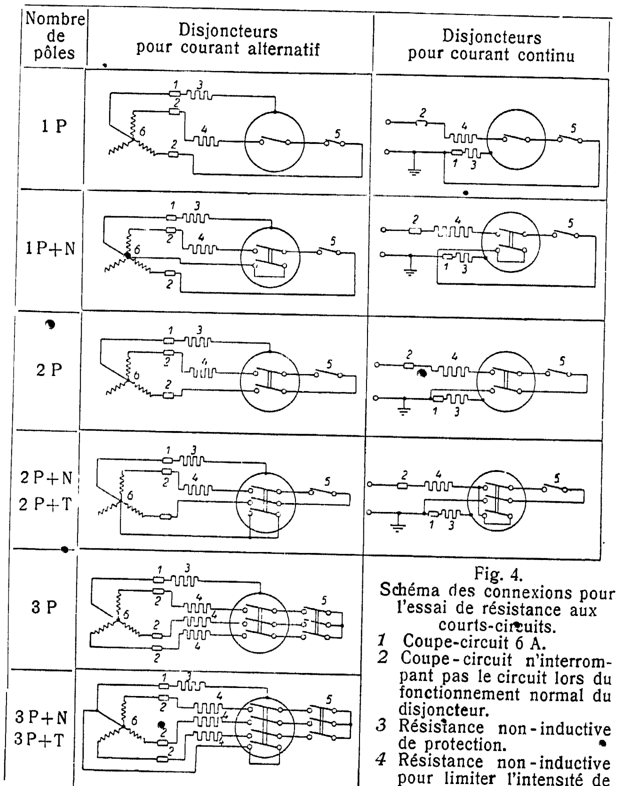


Fig. 4.
Schéma des connexions pour l'essai de résistance aux courts-circuits.
1 Coupe-circuit 6 A.
2 Coupe-circuit n'interrompant pas le circuit lors du fonctionnement normal du disjoncteur.
3 Résistance non-inductive de protection.
4 Résistance non-inductive pour limiter l'intensité de court-circuit à 1200 A.
5 Interrupteur auxiliaire (manœuvré par un dispositif de couplage en synchronisme, en cas de courant alternatif)
6 Transformateur triphasé.

e) Au cours de l'essai, le disjoncteur doit normalement déclencher, sans qu'il ne se produise d'arc permanent ou de flamme dangereuse pour le service, ni aucune autre avarie de l'appareil. En outre, le coupe-circuit à fusible 6 A, inséré dans la ligne de connexion du boîtier du disjoncteur à boîtier métallique, ne doit pas fonctionner.

§ 15. Essai de la sélectivité.

Les disjoncteurs doivent présenter une sélectivité suffisante par rapport aux coupe-circuit qui les précèdent.

a) Le disjoncteur est inséré dans le circuit décrit au § 14 et précédé d'un coupe-circuit constitué par un fil fusible tendu librement, en argent fin (titrant au moins 99 % d'argent), du diamètre indiqué au tableau suivant; la résistance du circuit est dimensionnée de façon qu'un courant de 500 A s'établirait si le disjoncteur et le fil fusible étaient shuntés.

Intensité nominale du disjoncteur en A	2, 4, 6	10	15	20	25
Diamètre du fil fusible en mm	0,40	0,45	0,47	0,50	0,55

Le fil fusible est tendu librement sur une longueur de 85 mm entre deux bornes.

b) Chaque disjoncteur est soumis dans ce circuit à trois courts-circuits, en fermant le circuit d'essais par un interrupteur auxiliaire, le disjoncteur étant enclenché. Pour l'essai sous courant alternatif, les moments d'enclenchement sont répartis régulièrement sur une demi-onde de tension. Entre les enclenchements, on prévoit un arrêt suffisant pour le refroidissement du fil fusible.

c) Au cours de cet essai, le disjoncteur doit déclencher sans que le fil fusible ne fonde.

§ 16. Essai de tenue en service.

Le disjoncteur doit pouvoir supporter les contraintes auxquelles il est soumis en service normal.

a) Sous une charge à intensité nominale sous tension nominale, le disjoncteur est enclenché et déclenché 4000 fois, à la cadence d'environ 500 changement de position à l'heure.

Au cas où l'élément thermique s'échaufferait à tel point qu'un réenclenchement soit impossible, cette cadence pourrait être ralentie en conséquence.

b) Le couplage d'essai est conforme à la fig. 3 (voir § 13), les disjoncteurs à socle étant fixés sur une base métallique. Pour les disjoncteurs pour courant alternatif jusqu'à et y compris une intensité nominale de 10 A, l'essai a lieu sous charge non inductive; pour les intensité plus élevées, le cos $\varphi = 0,6$ (inductif); pour les disjoncteurs pour courant continu, la charge est non-inductive.

c) Les disjoncteurs à bouchon ou à fiches qui ne peuvent pas être actionnés à la main, sont amenés 25 fois au déclenchement sous une charge de 6 fois l'intensité nominale.

d) Au cours de cet essai, le disjoncteur ne doit subir aucune modification préjudiciable; il doit toujours déclencher normalement et pouvoir satisfaire, après cet essai, aux conditions relatives à l'intensité du courant de déclenchement (§ 10).

§ 17. Essai du fonctionnement silencieux.

Le disjoncteur ne doit provoquer aucun bruit désagréable lorsqu'il fonctionne.

Le contrôle se fait sous l'intensité d'essai 1 selon § 10 pour les disjoncteurs à action différée, et sous l'intensité nominale pour ceux à action non différée; l'intensité du bruit est appréciée subjectivement.

§ 18. Essai de la résistance à l'humidité.

Les matières utilisées dans la construction des disjoncteurs doivent résister à l'humidité.

a) Les disjoncteurs sont conservés pendant 24 heures dans une caisse fermée, d'un volume au moins quatre fois supé-

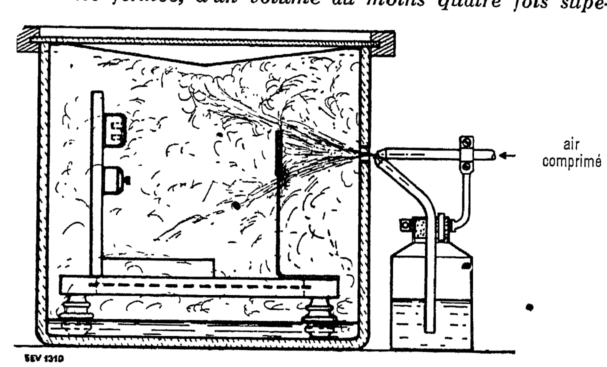


Fig. 5.
Caisse fermée et vaporisateur pour l'essai de résistance à l'humidité.

Caractéristiques du vaporisateur:
Diamètre du bec à air comprimé env. 1 mm.
Diamètre du bec de vaporisation env. 0,5 mm.
Angle compris entre le tube à air comprimé et le tube de vaporisation env. 50°.

rieur à celui du ou des objets à examiner. Pour cela, on les fixe avec interposition d'une couche de papier buvard d'environ 2 mm d'épaisseur sur une planche verticale, recouverte d'une feuille de papier d'étain. Le fond de la caisse est recouvert d'eau, dans laquelle doit tremper le bord inférieur du papier buvard. Au début de l'essai, pendant 2 minutes environ, on insuffle dans la caisse, au moyen d'un vaporisateur et sous forme de brouillard une quantité d'eau égale à 1/800 du volume de la caisse. Un panneau interposé sur le parcours du jet empêche celui-ci de frapper directement les objets à essayer (voir fig. 5). Les disjoncteurs et l'eau utilisée doivent être à la température ambiante. L'essai a lieu avec amenées de courant raccordées et ouvertures des disjoncteurs fermées comme elles le sont par les lignes lors du montage.

b) L'essai est considéré comme ayant réussi, lorsque les disjoncteurs ont subi l'essai sans modification préjudiciable.

§ 19. Isolement.

La plus courte distance, mesurée à la surface de la matière isolante (lignes de fuite), entre parties sous tensions de potentiel différent ou bien entre celles-ci et les parties métalliques accessibles ou les vis de fixation, ainsi que la plus courte distance, dans l'air, entre les parties sous tension et les parties métalliques accessibles ou contre la base de fixation, ne doivent pas être inférieures à la valeur (en mm) déduite de la formule $1 + \frac{U}{125}$. Dans cette formule, U représente la tension nominale de l'appareil à essayer en volts, mais au moins 250 V.

Ces lignes de fuite et ces distances dans l'air doivent être également maintenues lorsque les parties sous tension sont protégées par une masse isolante ou du mastic.

a) Les disjoncteurs sont soumis à l'essai d'isolement à la suite de l'essai de résistance à l'humidité (§ 18), montés sur la planche comme ils l'étaient pour cet essai et dans l'état où les épreuves précédentes les ont laissés, après avoir remplacé toutefois le papier buvard par une plaque métallique.

La tension d'essai est appliquée:

1° Entre les parties sous tension de polarités différentes, l'interrupteur étant enclenché.

2° Entre ces parties d'une part et, d'autre part, les vis de fixation, les parties métalliques accessibles en service, une feuille de papier d'étain enveloppant l'appareil et l'organe de commande, et la plaque métallique sur laquelle l'appareil est monté. Ces dernières sont mises à la terre.

3° Entre les dispositifs de raccordement qui sont reliés entre eux en position enclenchée, l'interrupteur étant déclenché.

L'essai a lieu sous une tension alternative de 50 pér./s, sinusoïdale autant que possible. La tension d'essai est réglée à 4 fois la tension nominale plus 500 volts, donc 1500 V au moins. La durée de l'essai est chaque fois d'une minute.

b) Pour les disjoncteurs à boîtier métallique avec couche isolante en vue d'éviter un contact accidentel avec le boîtier, cette couche est essayée séparément pendant une minute, par l'interposition d'une feuille de papier d'étain.

c) L'essai est considéré comme ayant réussi, lorsqu'il ne s'est produit ni perforation, ni contournement, ni décharge superficielle.

d) Un essai d'isolement selon a) 1° à 3° est également appliqué aux disjoncteurs à l'état de livraison (donc sans être précédé par un essai de résistance à l'humidité), la tension d'essai étant réglée à quatre fois la tension nominale plus 1000 volts (donc 2000 V au moins).

§ 20. Essai de résistance au feu des parties isolantes extérieures.

Les parties isolantes extérieures des disjoncteurs qui ne servent toutefois pas de support aux parties sous tension (p. ex. les couvercles), doivent résister au feu jusqu'à 300° C.

a) Dans la matière à essayer, on perce un trou d'environ 3,5 mm de diamètre, à l'endroit où l'on s'attend aux résultats les plus défavorables. Le trou est agrandi au moyen d'un alésoir conique (conicité 1 : 50) pour pouvoir y introduire un cône en nickel ayant les dimensions indiquées sur la fig. 6, de manière que ce cône dépasse la matière isolante d'une longueur égale de chaque côté. Le cône, muni d'un couple thermoélectrique, est chauffé ensuite par effet Joule en 3 minutes jusqu'à 300° C environ, puis maintenu à cette température pendant 2 minutes. Dès la fermeture du courant,

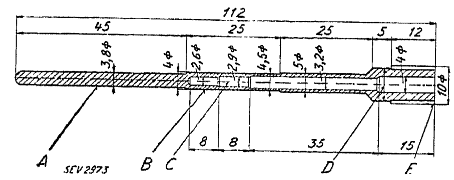


Fig. 6.
Cône pour l'essai de résistance du matériel isolant à l'amollissement et au feu. Dimensions en mm.
A matériel pour le cône: nickel; *B* conicité 1:50; *C* couple thermoélectrique; *D* écrou à 6 pans pour clé de 8,5 mm; *E* filetage SI.

l'objet à essayer est appuyé contre le cône avec une pression de 750 g au moyen de l'appareil représenté sur la fig. 7, et l'on produit des étincelles au point où le cône émerge de la matière isolante, à l'aide d'un appareil électrique à haute fréquence. Celui-ci doit pouvoir produire des étincelles d'au moins 6 mm de longueur.

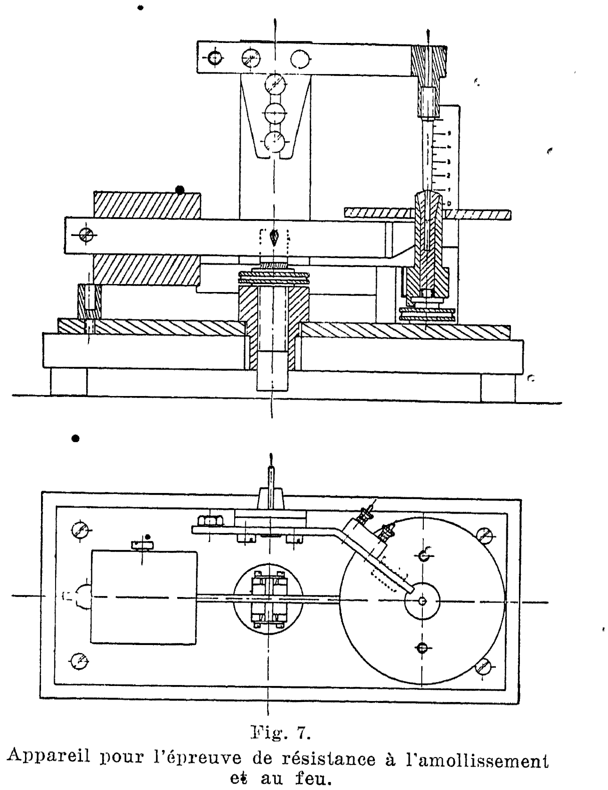


Fig. 7.
Appareil pour l'épreuve de résistance à l'amollissement et au feu.

b) La matière est considérée comme résistant au feu jusqu'à 300° C, si les gaz qui s'en échappent jusqu'à cette température ne s'enflamment pas sous l'action des étincelles.

c) Les parties en matière céramique ne sont pas soumises à cette épreuve.

§ 21. Disposition finale.

Après ces essais, les disjoncteurs doivent pouvoir encore fonctionner normalement.

L'examen final consiste en particulier à vérifier si l'isolation des bobines n'a pas subi d'avaries.

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

VERLAG UND ADMINISTRATION:
A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich 4
Stauffacherquai 36/40

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXVII. Jahrgang | N° 3 | Mittwoch, 5. Februar 1936

Die Berechnung der Freileitungen mit Rücksicht auf die mechanischen Verhältnisse der Leiter.

Von *E. Maurer*, Innertkirchen.

651.315.056

(Fortsetzung von Seite 46 und Schluss.)

4. Grosse Spannweiten.

Wie im dritten Kapitel angedeutet, sind für Spannweiten über 500 m die Berechnungen nach der angenäherten Methode nicht mehr genügend genau. Es wird alsdann nötig, die Berechnungen nach den Formeln der Kettenlinie durchzuführen. Nimmt man z. B. eine Spannweite von 800 m Länge mit gleich hohen Aufhängepunkten an, so wird der Durchhang bereits so gross, dass die Zugbeanspruchung des Seiles in den Aufhängepunkten nicht mehr der Scheitelbeanspruchung gleich gesetzt werden darf. Die Scheitelbeanspruchung ist in diesem Fall wesentlich kleiner als die maximal zulässige Zugbeanspruchung und muss aus dieser berechnet werden.

Nimmt man den Zustand bei 0° und Schneebelastung, so sind von der Seilkurve Horizontal- und Vertikal-Distanz der Aufhängepunkte, das virtuelle spezifische Seilgewicht und die Zugspannung im höheren Aufhängepunkt gegeben. Der Parameter der Kurve ist noch unbekannt und muss zunächst bestimmt werden.

Bekanntlich ist bei der Kettenlinie der Seilzug in einem Punkt der Ordinate dieses Punktes proportional (Ableitung s. Anhang I, Gl. 10*). Es gilt also

$$p_n = \gamma \cdot y_n \quad \text{oder} \quad y_n = \frac{p_n}{\gamma} \qquad (14)$$

Im oberen Aufhängepunkt ist p_2 gleich der gewählten Maximalbeanspruchung p_z (= oder < zulässige Höchstbeanspruchung nach Starkstromverordnung) zu setzen. Im unteren Aufhängepunkt beträgt die Zugspannung demgemäss $p_1 = p_2 - \gamma \cdot h$. Es seien die beiden Stützpunkte A und B gegeben, ihre Horizontaldistanz a, der Höhenunterschied h, der Neigungswinkel der Strecke A B gegen die Horizontale sei ψ.

Dann gilt die Beziehung[6]:

$$y_0 = \frac{1}{2} \cdot (y_1 + y_2) \cos \psi = c \cdot \mathfrak{Cos} \left(\frac{a}{2c} \right) \qquad (15)$$

[6]) Ableitung siehe ETZ 1932, S. 28 und 29.

Die rechte Seite dieser Gleichung stellt nun die Ordinate der Aufhängepunkte einer Kettenlinie von gleichem Parameter und gleicher Spannweite, wie die zu untersuchende, jedoch mit gleich hohen Aufhängepunkten, dar. Man kann an Hand von Gl. (15) die Unbekannte c berechnen, was aber nicht einfach ist, da sie sowohl als Faktor als auch unter dem $\mathfrak{Cos}$ auftritt. Man hilft sich durch Reihenentwicklung

$$y_0 = c + \frac{x^2}{2c} + \frac{x^4}{24\,c^3} + \cdots \quad \text{oder}$$

$$c \cdot y_0 = c^2 + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24\,c^2} + \cdots \quad \text{wobei} \quad x = \frac{a}{2} \qquad (16)$$

Die Gleichung ist für c vierten Grades und kann nur gelöst werden durch Einsetzen verschiedener Werte von c bis zur Erfüllung der Gleichung. Wenn man die vierte Potenz von x vernachlässigt, so erhält man die Näherungsformel

$$c = \frac{1}{2} \cdot \left[y_0 + \sqrt{y_0^2 - \frac{a^2}{2}} \right] \qquad (16a)$$

Diese Formel ergibt c bereits mit einer Genauigkeit von einigen %; der genaue Wert für c ist etwas *kleiner*. Man berechnet also vorerst den angenäherten Wert nach Gl. (16a) und setzt etwas kleinere Werte in Gl. (16) bis zu deren Erfüllung ein. Die Potenzen können einer Potenztafel (z. B. Hütte I) entnommen werden.

Die Berechnung soll an einigen Beispielen erläutert werden:

Beispiel 3.

Ein Seil aus Hartkupfer von 67,5 mm² Querschnitt soll zwischen 2 gleich hohen Aufhängepunkten mit einer Distanz von 800 m so gespannt werden, dass die maximale Zugbeanspruchung bei 2 kg Schnee pro Laufmeter die nach Starkstromverordnung höchstzulässige Beanspruchung von 2700 kg/cm² nicht überschreitet.

Man setzt also

$a = 800$ m

$p_z = 2700$ kg/cm²

$$\gamma = 0{,}0089 + \frac{0{,}02}{0{,}675} = 0{,}0385 = 38{,}5 \cdot 10^{-3} \ \text{kg/cm}^3$$

Dann betragen die Ordinaten der Aufhängepunkte:

$$y_1 = y_2 = \frac{p}{\gamma} = \frac{2700}{38{,}5 \cdot 10^{-3}} = 70130 \text{ cm} = 701{,}3 \text{ m}$$

$$y_0 = \frac{1}{2}(y_1 + y_2) = y_1$$

Näherungswert für $c = \frac{1}{2}(701{,}3 + \sqrt{701{,}3^2 - \frac{800^2}{2}} = 557{,}7$ m

Näherungswert für den Durchhang $= y_0 - c = 701{,}3 - 557{,}7 =$ 143,6 m. Man wählt für c einen kleinern Wert, z. B. 549,1 m, setzt ihn in Gl. (16) ein und erhält:

1. $x = 400$

$$\frac{x^2}{2} = \frac{16 \cdot 10^4}{2} \qquad = 80\,000$$

$$c^2 \qquad = 301\,511$$

$$\frac{x^4}{24\,c^2} = \frac{256 \cdot 10^8}{24 \cdot 301\,511} \qquad = \underline{3\,529}$$

$$385\,040$$

2. $c \cdot y_0 = 549{,}1 \cdot 701{,}3 \qquad = 385\,080$

Die Uebereinstimmung von 1. und 2. zeigt, dass der gewählte Wert für c richtig ist, und man erhält für den Durchhang

$$f = y_0 - c = 701{,}3 - 549{,}1 = \mathit{152{,}2} \ m$$

Dieser Wert stimmt sehr gut mit dem nach Hyperbelfunktion und Logarithmentafel berechneten Wert von 152,26 m überein.

Für die Bogenlänge erhält man gemäss Anhang I, Gl. 9*:

$$l = 2 \cdot \sqrt{y_1^2 - c^2} = 2 \cdot 436{,}5 = 873 \text{ m}$$

Der Horizontalzug wird

$$p = c \cdot \gamma = 54\,910 \cdot 38{,}5 \cdot 10^{-3} = 2110 \ \text{kg/cm}^2,$$

also erheblich weniger als p_z, d. h. die wirkliche Maximalbeanspruchung des Seiles wäre um rund 600 kg/cm² = 22 % grösser als zulässig geworden, wenn nur mit den angenäherten Werten ($p_z = p$) gerechnet worden wäre.

Beispiel 4.

Zwischen zwei Abspannpunkten mit einer Horizontaldistanz von 900 m und einem Höhenunterschied von 120 m soll ein Bronzeseil von 62 mm² Querschnitt gezogen werden, so dass die maximale Zugspannung im oberen Aufhängepunkt bei 2 kg Schnee pro Laufmeter höchstens 77 % der nach Starkstromverordnung zulässigen Beanspruchung (4300 kg/cm²) betragen soll.

Man setzt also

$a = 900$ m $\qquad \cos\psi = 0{,}991 \quad \psi = 7°\,40'$

$h = 120$ m

$p_z = 77\,\%$ von $4300 = 3300$ kg/cm² $= p_2$

$$\gamma = 0{,}087 + \frac{0{,}02}{0{,}62} = 0{,}041 = 41 \cdot 10^{-3} \ \text{kg/cm}^3$$

Die Ordinate des oberen Aufhängepunktes

$$y_2 = \frac{p_2}{\gamma} = \frac{3300}{41 \cdot 10^{-3}} = 80\,500 \text{ cm} = 805 \text{ m}$$

Die Ordinate des unteren Aufhängepunktes

$$y_1 = y_2 - 120 = 685 \text{ m}$$

$$y_0 = \frac{1}{2}(y_1 + y_2)\cos\psi = 745 \cdot 0{,}991 = 738{,}5 \text{ m}$$

Näherungswert von $c =$

$$\frac{1}{2}\left(738{,}5 + \sqrt{738{,}5^2 - \frac{900^2}{2}}\right) = 556{,}75 \text{ m}$$

Man wählt $c = 541$ m und setzt diesen Wert in Gl. (16) ein:

1. $x = 450$

$$\frac{x^2}{2} = \frac{20{,}25}{2} \cdot 10^4 \qquad = 101\,250$$

$$c^2 \qquad = 292\,681$$

$$\frac{x^4}{24\,c^2} = \frac{410{,}07 \cdot 10^8}{24 \cdot 292\,681} \qquad = \underline{5\,837}$$

$$399\,768$$

2. $c \cdot y_0 = 541 \cdot 738{,}5 \qquad = 399\,730$

$$f = (y_0 - c)\frac{1}{\cos\psi} = (738{,}5 - 541)\frac{1}{0{,}991} = 199{,}3 \text{ m}$$

Höhenunterschied zwischen Kurvenscheitel und unterem Aufhängepunkt:

$$y' = y_1 - c = 685 - 541 = 144 \text{ m}$$

Bogenlänge:

$$l = \sqrt{y_1^2 - c^2} + \sqrt{y_2^2 - c^2} = \sqrt{805^2 - 541^2} + \sqrt{685^2 - 541^2}$$

$$l = 596{,}11 + 420{,}17 \sim 1016 \text{ m}$$

Die Scheitelbeanspruchung $p = c \cdot \gamma = 54100 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 2220$ kg/cm², also nur ⅔ der wirklichen Maximalbelastung.

Für Spannweiten von 500 m und darunter kann c mit genügender Genauigkeit nach der Näherungsformel 16a berechnet werden. Für die Berechnung des Winkels, den die Tangente an die Kettenlinie mit der Abszissenaxe bildet, gilt für die Kettenlinie die einfache Beziehung

$$\cos\tau = \frac{c}{y} \qquad (17)$$

Die Zugbeanspruchungen im höchsten Punkt interessieren meist nur in den Fällen der Maximalbelastung und sind dann durch die Starkstromverordnung gegeben; also bei 0° und 2 kg Schnee pro Meter. Bei den Umrechnungen auf andere Zustände (verschiedene Temperaturen ohne Zusatzlast) liegt als Resultat bereits die für den Parameter der Kurve massgebende Scheitelbeanspruchung p vor und der Durchhang kann direkt berechnet werden nach der Gleichung

$$f = \left(\frac{\gamma \cdot a^2}{8\,p} + \frac{\gamma^3\,a^4}{384 \cdot p^3}\right)\frac{1}{\cos\psi} \qquad (8a)$$

welche für horizontale Spannweiten ($\cos\psi = 1$) mit Gl. (8) identisch ist.

Zur Bestimmung von Abständen gegen den Erdboden oder kreuzende Leitungen ist, wie bei den kleinen Spannweiten, der Scheitelpunkt der Kurve, resp. die Koordinaten x und y der Aufhängepunkte zu bestimmen. Das im 3. Kapitel dieser Abhandlung dargestellte angenäherte Verfahren ist aber für grosse Spannweiten nicht genau genug. Es ist in diesem Fall mit folgenden, aus der Reihenentwicklung der Kettenlinienformel abgeleiteten Gleichungen zu rechnen [7]).

Gegeben seien: Horizontaldistanz a und Höhendifferenz h der Aufhängepunkte.
Horizontalbeanspruchung p und spez. Gewicht γ des Leiters.

Man bestimmt zunächst den Parameter der Kurve $c = \frac{p}{\gamma}$; die Gleichungen lauten dann

7) Ableitung s. Anhang I (Gl. 13*).

a) $x_2 - x_1 = a$

b) $$h = \frac{a}{2c} \cdot (x_1 + x_2) \cdot \left[1 + \frac{x_1^2 + x_2^2}{12\,c^2}\right]^{8)} \qquad (18)$$

An Stelle von $x_1^2+x_2^2$ können die nach den Gl. (11) und (12) berechneten Näherungswerte $x_1'^2$ und $x_2'^2$ eingesetzt werden, was die Berechnung sehr vereinfacht. Aus den beiden Gl. (18a) und (18b) erhält man die Abszissenwerte x_1 und x_2 der Aufhängepunkte. Die Ordinaten ergeben sich aus der Gl.

$$y = c + \frac{x^2}{2c} + \frac{x^4}{24c^3} \qquad (6a)$$

oder wenn die Abszissenaxe durch den Kurvenscheitel gelegt wird

$$y' = \frac{x^2}{2c} + \frac{x^4}{24c^3} \qquad (6b)$$

Zur Kontrolle des Ausdruckes in der eckigen Klammer empfiehlt es sich, die Summe von $x_1^2+x_2^2$ mit der Summe von $x_1'^2+x_2'^2$ zu vergleichen.

5. Spezielle Fälle von Leitungen.

a) Regelleitungen.

Als Regelleitungen werden Freileitungen mit nahezu gleichmässigen Spannweiten bis zu 50 m bezeichnet. Für diese Leitungen liegt in der Starkstromverordnung [9]) eine Durchhangstabelle vor, nach welcher die Durchhänge einzuregulieren sind (Tab. II). Eine Berechnung der Durchhänge erübrigt sich somit.

b) Weitspannleitungen mit festen Isolatoren.

Hierher gehören alle Leitungen mit fixen Befestigungspunkten, d. h. mit festen Isolatoren (Stützen und Abspannketten) mit Spannweiten über 50 m. Die Durchhangsberechnung erfolgt nach den in den vorhergehenden Kapiteln dieser Abhandlung dargestellten Regeln. Einzelne Spannweiten von über 50 m im Zuge von Regelleitungen sowie für sich abgespannte Spannweiten in Leitungen mit Hängeisolatoren sind in gleicher Weise zu behandeln.

c) Weitspannleitungen mit beweglichen Isolatoren.

Leitungen mit Hängeisolatoren haben die bemerkenswerte Eigenschaft, dass die Aufhängepunkte der Leiter nicht mehr fest sind, sondern sich bei Zustandsänderungen unter der Einwirkung von Differenzzügen zweier benachbarter Spannweiten in Leitungsrichtung bewegen können. Infolge dieser Bewegungen (Isolatorenauslenkungen) ändern sich die Zugspannungen in den angrenzenden Spannweiten.

Es hat sich gezeigt, dass bei genügend langen Isolatorenketten im normalen Betriebszustand (mit oder ohne gleichmässig verteilte Schneelast) diese Verschiebungen sehr klein sind und nur in seltenen Fällen 20 bis 30 cm übersteigen. Das durch die Vertikalkomponente des Leiterzuges mit dieser Auslenkung als Hebelarm erzeugte Drehmoment kann also in den meisten Fällen vernachlässigt werden. Durch diese Isolatoren-Auslenkungen werden somit die horizontalen Seilspannungen bis auf ganz kleine Differenzen ausgeglichen. *Es ist also p für alle Spannweiten zwischen zwei Abspannungen gleich gross und die Seilkurven aller Spannweiten gehören der gleichen Kettenlinie an.*

Die Horizontalkomponenten der Seilspannungen sind also für Leitungen mit Hängeisolatoren für Zustandsänderungen nicht Spannweite für Spannweite zu berechnen, sondern für alle Spannweiten zwischen zwei Abspannungen gemeinsam, wobei in Gl. (1) für a die *Berechnungsspannweite* a^* eingesetzt wird.

Bezeichnet man mit

p_0 die horizontale Seilbeanspruchung in kg/cm² im Anfangszustand γ_0, t_0,

p^* die ausgeglichene horizontale Seilspannung im Endzustand γ, t,

so berechnet sich p^* nach den Gleichungen [10]):

a) Für Leitungen mit Hängeisolatoren und gleich hoch liegenden Aufhängepunkten (horizontale Spannweiten):

$$p^{*3} + p^{*2}\left[\frac{\gamma_0^2\, a^{*2} \cdot E}{24 \cdot p_0^2} + (t - t_0)\,\alpha\, E - p_0\right] = \frac{\gamma^2 a^{*2} E}{24} \qquad (19)$$

Die Grösse der Berechnungsspannweite a^* ergibt sich zu:

$$a^{*2} = \frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a} \qquad (20)$$

wobei n die Anzahl der Spannweiten zwischen zwei Abspannpunkten bedeutet.

b) Für Leitungen mit Hängeisolatoren und ungleich hohen Aufhängepunkten:

$$u \cdot p^{*3} + p^{*2}\left[\frac{\gamma_0^2\, a^{*2} E}{24\, p_0^2} + (t - t_0)\,\alpha\, E - u \cdot p_0\right] = \frac{\gamma^2 \cdot a^{*2} \cdot E}{24} \qquad (21)$$

$$a^{*2} = \frac{\sum_1^n a^3 \cos\psi}{\sum_1^n a}; \quad u = \frac{\sum_1^n a\left(1 + \frac{h^2}{2a^2}\right)}{\sum a} \qquad (22)$$

Zur Berechnung der Horizontalkomponente p aus der maximalen Zugbeanspruchung p_z gemäss Gl. (3) sind für a und h die Werte derjenigen Spannweite einzusetzen, welche die grösste Ordinate y_2' für den obern Aufhängepunkt aufweist. Es ist dies in den meisten Fällen die Spannweite mit dem grössten Neigungswinkel ψ.

[8]) In der Jobinschen Originalarbeit hat sich seinerzeit in diese Formel [Gl. (20)] ein Druckfehler eingeschlichen, indem statt der Zahl 12 im Nenner des zweiten Klammergliedes die Zahl 24 steht.

[9]) Art. 88.

[10]) Ableitung s. Anhang I (Gl. 19* bis 26*).

Normale Durchhänge der Leiter von Regelleitungen, wie sie gemäss Art. 88, Ziffer 3, einzuhalten sind, und dabei auftretende Zugkräfte und Beanspruchungen.

Tabelle II.

Leiter		Leiterdurchhang in cm für Spannweiten von m							Temperatur °C (Zustand)	Leiterzug bei 10°		Beanspruchung in Spannweiten von	
durchmesser mm	querschnitt mm²	20	25	30	35	40	45	50		kg	kg/mm²	50 m bei 0° mit Zusatzlast kg/mm²	20 m bei — 25° kg/mm²
						Halbharter Kupferdraht							
4	12,6	10	17	25	36	49	63	80	0°	40	3,2	28,0¹)	9,0
		14	22	32	43	56	71	88	+ 10°				
		19	27	38	50	63	78	95	+ 20				
		45	64	84	107	131	158	187	0° S				
4,5	15,9	10	17	25	36	49	63	80	0°	51	3,2	24,9²)	9,0
		14	22	32	43	56	71	88	+ 10°				
		19	27	38	50	63	78	95	+ 20°				
		41	58	76	95	118	143	170	0° S				
5	19,6	10	16	24	34	46	60	75	0°	65	3,3	22,6	9,2
		14	21	30	41	54	68	84	+ 10°				
		18	26	36	48	61	75	91	+ 20°				
		37	52	69	87	107	130	154	0° S				
6	28,3	9	15	23	32	43	56	70	0°	100	3,5	18,7	9,6
		13	20	29	39	51	64	79	+ 10°				
		17	25	35	46	59	72	87	+ 20°				
		32	45	59	75	93	112	133	0° S				
7	38,5	9	14	21	30	40	52	65	0°	145	3,8	16,1	10,0
		12	19	27	36	47	60	74	+ 10°				
		16	24	33	43	55	68	82	+ 20°				
		28	40	53	67	83	100	119	0° S				
8	50	8	13	19	27	37	48	61	0°	200	4,0	14,3	10,3
		11	17	25	34	45	57	70	+ 10°				
		15	23	32	42	52	64	78	+ 20°				
		25	35	47	60	75	90	107	0° S				
						Kupferseil							
9,1	50	8	13	19	27	37	48	61	0°	200	4,0	13,7	9,8
		11	17	25	34	45	57	70	+ 10°				
		15	23	32	41	52	64	78	+ 20°				
		26	37	49	63	78	94	111	0° S				
9,6	70	8	13	19	27	37	48	61	0°	280	4,0	11,5	9,8
		11	17	25	34	45	57	70	+ 10°				
		15	23	32	41	52	64	78	+ 20°				
		23	33	44	56	70	85	101	0° S				
						Reinaluminiumseil							
6,4	25	6	10	14	20	28	37	48	0°	35	1,4	13,6 für 40 m	5,5
		10	16	22	30	39	50	62	+ 10°				
		17	24	32	41	51	62	74	+ 20°				
		45	62	81	101	122	144	167	0° S				
8,1	40	6	10	14	20	28	37	48	0°	56	1,4	11,5 höchst zulässig	5,5
		10	16	22	30	39	50	62	+ 10°				
		17	24	32	41	51	62	74	+ 20°				
		37	52	68	85	103	123	144	0° S				
10,8	70	5	9	13	18	24	31	40	0°	112	1,6	8,4	5,8
		9	14	20	26	34	44	54	+ 10°				
		15	21	28	37	46	56	67	+ 20°				
		29	41	54	68	83	99	116	0° S				
13	100	5	9	13	18	24	31	40	0°	160	1,6	6,9	5,8
		9	14	20	26	34	44	54	+ 10°				
		15	21	28	37	46	56	67	+ 20°				
		24	34	46	59	73	88	103	0° S				

¹) 25,7 für 40 m Spannweite und 22,5 für 30 m Spannweite.
²) 22,9 für 40 m Spannweite.

Bemerkung: Die Angaben in der Temperaturkolonne bedeuten, wo nichts bemerkt ist, den Zustand ohne Zusatzlast und bei «0° S» den Zustand bei 0° mit der Zusatzlast nach Art. 88, Ziffer ¹ *b*. Der letztere Zustand ist massgebend für die minimale Höhe der Leiter über Boden und den minimalen lotrechten Abstand gegenüber andern gekreuzten Leitern gemäss Art. 13 und 30 der Verordnung über Parallelführungen und Kreuzungen.

Die in der vorstehenden Tabelle angeführten Masse des Durchhangs sind gemäss Erläuterung zu Art. 88, Ziffer 3 der Starkstromverordnung als Minimalwerte anzusehen. Wenn aus Gründen grösserer Sicherheit die maximalen Zugbeanspruchungen kleiner gewählt werden, als in der Tabelle angegeben, so ist die Durchhangsberechnung nach den in den vorhergehenden Kapiteln dieser Abhandlung dargestellten Regeln durchzuführen.

6. Berechnung der vom Leiter auf die Tragwerke ausgeübten Kräfte.

Diese Kräfte sind massgebend für die Berechnung der Tragwerke. Man kann sie als Komponenten in drei Richtungen darstellen:

a) Kräfte in Leitungsrichtung.

Es handelt sich hier um die horizontalen Zugspannungen, deren Berechnung in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt wurde.

b) Kräfte quer zur Leitungsrichtung.

Hier kommt in erster Linie der Winddruck auf die Leiter in Betracht, ferner bei Winkelmasten der Winkelzug. Gewöhnlich wird der Wind als horizontal einfallend angenommen. Ist der Winddruck auf die Leiter einer Spannweite bekannt, so kann in diesem Fall die zugehörige Beanspruchung auf jeden der beiden angehörigen Masten, herrührend von dieser Spannweite, gleich der Hälfte des Winddruckes auf alle Leiter angenommen werden.

Der Winkelzug wird aus dem Horizontalzug und dem Ablenkungswinkel gemäss Fig. 6 berechnet; er beträgt:

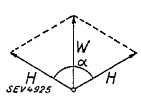


Fig. 6.

$$W = 2\,H \cdot \cos \frac{\alpha}{2}.$$

c) Kräfte in der Lotrechten zur Erde.

Es handelt sich hier um die Einwirkung des Gewichtes der Leiter auf die Tragwerke. Da im Scheitelpunkt der Seilkurve nur horizontale Kräfte übertragen werden, die Vertikalkomponente somit Null ist, so entfällt auf jeden Mast das Gewicht der Seile vom Aufhängepunkt bis zum Kurvenscheitel. Liegt der Scheitel ausserhalb der Spannweite, so ergibt sich für den oberen Aufhängepunkt eine so grosse Vertikallast, wie wenn das virtuelle Bogenstück vom untern Aufhängepunkt bis zum Scheitel materiell vorhanden wäre. Für den unteren Aufhängepunkt erhält man dann eine Vertikalkomponente entsprechend dem vorgenannten virtuellen Bogen, *aber nach oben wirkend.*

Es kann nun vorkommen, dass bei einem Mast die Resultierende der Vertikalkräfte beider Spannweiten nach oben gerichtet ist, wobei die Isolatorenkette gehoben wird. Ist diese Resultierende nicht sehr gross, so kann ihr meistens durch ein an die Seilklemme angehängtes Zusatzgewicht entgegengewirkt werden. Das Zusatzgewicht muss immer grösser sein als die maximale, nach oben gerichtete Vertikalkomponente. Ist diese aber beträchtlich, so muss die Leitung entweder an diesem Mast abgespannt oder, wenn die Vertikalkomponente bei *allen* Zuständen der Leitung nach oben gerichtet ist, so kann die Isolatorenkette umgekehrt angeordnet werden, so dass die Aufhängung am Ausleger unterhalb der Seilklemme liegt. Das Abspannen ist in den meisten Fällen vorzuziehen.

Da es bei der Bestimmung der Vertikalkräfte nicht auf so grosse Genauigkeit ankommt, wie bei der Durchhangsberechnung, so genügen in den meisten Fällen die folgenden einfachen Näherungsformeln (Fig. 7):

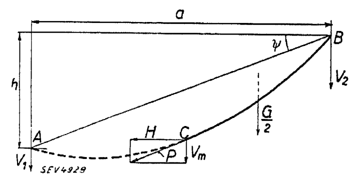


Fig. 7.

Denkt man sich das Seil in einer Spannweite im Schnittpunkt C der zur Verbindungsgeraden der Aufhängepunkte parallelen Tangente durchgeschnitten und bringt an dieser Stelle den Zug P an, so ist der Vertikalzug im oberen Aufhängepunkt B gleich dem Gewicht des Seilstückes B C + der Vertikalkomponente des Seilzuges P in kg. Der entsprechende Horizontalzug sei $H = p \cdot q$ (in kg), wobei q den Seilquerschnitt bedeutet. Das Bogenstück B C können wir annähernd gleich der Hälfte des ganzen Bogens A B setzen. Dann ist

$$V_2 = \frac{G}{2} + V_m = \frac{G}{2} + H \cdot \mathrm{tg}\psi = \frac{G}{2} + H \cdot \frac{h}{a} \qquad (23)$$

$$V_1 = \frac{G}{2} - H \cdot \frac{h}{a}$$

G ist das Gewicht des Seiles zwischen A und B. Für kleinere Spannweiten ist es zulässig, die Gerade A B dem Bogen A B gleichzusetzen. Bezeichnet man mit g das Gewicht des Seiles (*ohne* oder *mit* Zusatzlast) pro Längeneinheit, so erhält man

$$V_2 = \frac{g \cdot a}{2} + H \cdot \frac{h}{a} \qquad (24)$$

$$V_1 = \frac{g \cdot a}{2} - H \cdot \frac{h}{a}$$

Negative Werte für V bedeuten Zug nach oben. Gl. (23) bzw. (24) gibt für Spannweiten bis zu 400 m und Neigungswinkel bis zu 30° ($\cos \psi = 0{,}86$) genügend genaue Resultate. Genauere Werte für die Vertikalkräfte erhält man nach folgender Methode, welche auch eine gute Kontrolle über die Seilspannungen in den beiden Aufhängepunkten ermöglicht.

Bekanntlich ist bei der Kettenlinie die Differenz der Seilspannungen zweier Punkte gleich der Ordinatendifferenz dieser Punkte, multipliziert mit dem (virtuellen) spezifischen Gewicht des Leiters.

Gegeben seien a, h, p und γ, woraus sich der Durchhang f berechnen lässt. Dann ist nach Fig. 8:

$p_m = \frac{p}{\cos\psi}$, wobei p die horizontale Seilspannung

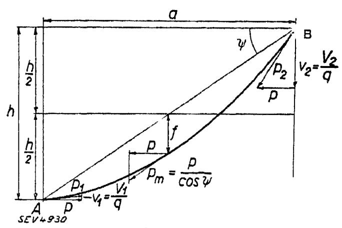


Fig. 8.

bedeutet, und die Zugspannungen in den Aufhängepunkten ergeben sich zu:

$$p_2 = \frac{p}{\cos\psi} + \gamma \cdot \left(f + \frac{h}{2}\right) \tag{25}$$

$$p_1 = \frac{p}{\cos\psi} + \gamma \cdot \left(f - \frac{h}{2}\right)$$

Aus den Seilzügen berechnen sich die Vertikalkräfte für den Seilquerschnitt q zu

$$V_2 = q \cdot \sqrt{p_2^2 - p^2} \tag{26}$$

$$V_1 = q \cdot (\pm \sqrt{p_1^2 - p^2})$$

Da die Zugspannungen immer positiv sind, so fehlt ein Kriterium darüber, ob die Quadratwurzel positiv oder negativ zu rechnen ist, während bei Gl. (23) und (24) das Vorzeichen der Vertikalkomponente eindeutig bestimmt ist.

Handelt es sich um genaue Berechnung der Kräfte bei grossen Spannweiten über 500 m, so sind zunächst die Ordinaten der Punkte A und B zu berechnen, wie in Kapitel 4 gezeigt wurde. Sind diese Ordinaten y_1 und y_2, bezogen auf den Nullpunkt der Kettenlinie, bzw. y_1' und y_2', bezogen auf den Kurvenscheitel, so erhält man die Seilspannungen aus folgenden Gleichungen, wobei p die horizontale Seilspannung bedeutet:

$$\begin{aligned} p_2 &= \gamma \cdot y_2 = p + \gamma \cdot y_2' \\ p_1 &= \gamma \cdot y_1 = p + \gamma \cdot y_1' \end{aligned} \tag{27}$$

Diese Gleichungen sind identisch mit Gl. (14).

7. Leiter aus zwei verschiedenen Metallen.

In der Praxis kommen oft Leitungsseile zur Anwendung, welche im Innern mehrere Drähte aus einem Metall von hoher Zugfestigkeit enthalten, um welche sich der eigentliche Leiter aus einem Metall mit guter Leitfähigkeit, aber kleinerer Zugfestigkeit gruppiert. Am bekanntesten ist die Kombination von Stahl und Aluminium.

Bei den Festigkeits- und Zug-Berechnungen könnte zunächst das Metall höherer Zugfestigkeit als allein tragend und der Leiter als Zusatzbelastung angenommen werden. Diese Berechnungsweise führt wohl zu sehr sichern Leitungen, aber auch, wenn der Querschnitt des tragenden Teiles verhältnismässig klein ist, zu Durchhängen, die unwirtschaftlich sind.

Richtiger ist es, beide Metalle als tragend anzunehmen, was nach Starkstromverordnung unter einigen Voraussetzungen (s. Art. 89) auch gestattet ist. Das Seil kann dann als Ganzes betrachtet und die Berechnung wie für ein homogenes Seil durchgeführt werden. Die physikalischen Konstanten des kompletten Seiles (spez. Gewicht, Elastizitätsmodul und Wärmeausdehnungskoeffizient) sind von denjenigen der Komponenten verschieden, lassen sich aber aus diesen berechnen.

Bezeichnet man mit

q_1 den Gesamtquerschnitt der Drähte des einen Metalles,
q_2 » » » » » andern Metalles,
q » totalen Seilquerschnitt, ferner mit
P_1 den Anteil des Seilzuges, den die Drähte q_1 aufnehmen,
P_2 » » » » » » q_2 »
P » totalen Seilzug, im weiteren mit
E_1 » Elastizitätsmodul der Drähte q_1,
E_2 » » » » q_2,
E_s » » des kompletten Seiles,

so ergeben sich aus der Bedingung, dass beim Anspannen des Seiles beide Metalle die gleiche Verlängerung erfahren, die folgenden Beziehungen [11]:

$$P_1 = \left(\frac{q_1 \cdot E_1}{q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2}\right) \cdot P \tag{28}$$

$$P_2 = \left(\frac{q_2 \cdot E_2}{q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2}\right) \cdot P$$

$$E_s = \frac{q_1}{q} \cdot E_1 + \frac{q_2}{q} \cdot E_2$$

Dies gilt, solange beide Metalle die Proportionalitätsgrenze nicht wesentlich überschreiten.

Hat man z. B. ein Aluminiumstahlseil mit einem Gesamtquerschnitt von 210,3 mm², wovon 170,5 mm² auf den Aluminiummantel und 39,8 mm² auf die Stahlseele entfallen, und beträgt der Elastizitätsmodul des Aluminiums $5{,}5 \cdot 10^5$ kg/cm², derjenige der Stahlseele $18{,}5 \cdot 10^5$ kg/cm², so übernimmt beim Anspannen des Seiles nach Gl. (28) das Aluminium 56,7 % und die Stahlseele 43,3 % des gesamten Seilzuges P.

Für den Wärmeausdehnungskoeffizienten des ganzen Seiles erhält man aus der Bedingung, dass die Längenänderungen beider Metalle bei Temperaturänderungen gleich gross sein müssen, die Beziehung [11]:

$$\alpha_s = \frac{q_1 \cdot E_1 \cdot \alpha_1 + q_2 \cdot E_2 \cdot \alpha_2}{q_1 \cdot E_1 + q_2 \cdot E_2} \tag{29}$$

wobei α_1 und α_2 die Ausdehnungskoeffizienten beider Metalle, α_s denjenigen des kompletten Seiles bedeuten.

Die ungleichen Temperaturkoeffizienten haben zur Folge, dass sich bei Temperaturänderungen die Verteilung des Seilzuges ebenfalls ändert. Beispiels-

[11]) Ableitung siehe Anhang I (Gl. 27* bis 32*).

weise wird bei fallender Temperatur das Metall mit grösserem Ausdehnungskoeffizienten sich stärker zusammenzuziehen suchen und einen entsprechend grössern Belastungsanteil aufnehmen. Besitzt dieses Metall dagegen den kleinern Elastizitätsmodul, so wird durch die elastische Dehnung die Mehrbelastung zum Teil wieder kompensiert. Die im vorhergehenden Beispiel berechnete Belastungsverteilung gilt also streng genommen nur für die Montagetemperatur.

Das spezifische Gewicht des ganzen Seiles ohne Zusatzlast in kg/cm³ ist gleich dem Seilgewicht pro cm, dividiert durch den Gesamtquerschnitt des Seiles in cm².

Die Bruchbelastung des kompletten Seiles ist stets kleiner als die Summe der Bruchlasten der Komponenten. Sie lässt sich nur auf Grund von Erfahrungstatsachen berechnen und wird am besten durch einen *Zerreissversuch* bestimmt.

Nach Starkstromverordnung gilt bei Seilen, die aus verschiedenem Material bestehen, als höchst zulässige Beanspruchung des ganzen Seiles diejenige, welche im ungünstigsten Belastungsfall dann auftritt, wenn das eine *oder* das andere der beiden Materialien seine höchstzulässige Beanspruchung erreicht.

Auf das Aluminiumstahlseil des vorhergehenden Beispiels angewendet, ergibt sich aus der Belastungsverteilung und den kleineren Ausdehnungsvermögen des Aluminium ohne weiteres, dass *dieses* Metall für den Bruch des Seiles massgebend ist. Dessen höchstzulässige Beanspruchung beträgt gemäss Starkstromverordnung [12]) 1300 kg/cm², oder für den gesamten Aluminiumquerschnitt: $1300 \cdot 1{,}705 = 2215$ kg $= 56{,}7$ % der höchtzulässigen Seilbeanspruchung. Diese ergibt somit zu $2215 \cdot \frac{100}{56{,}7} = 3910$ kg oder $3910 : 2{,}103 = 1860$ kg/cm², bezogen auf den vollen Seilquerschnitt; die Stahlseele wird dabei nur mit 1695 kg, also 36 % ihrer Bruchfestigkeit, belastet, worin übrigens eine ganz erhebliche zusätzlicher Sicherheit liegt.

8. Ausserordentliche Belastungsfälle.

In vielen Fällen interessiert das Verhalten einer Leitung, die vorschriftsmässig erstellt worden ist, bei ausserordentlichen Zuständen, z. B. Rauhreifansatz über 2 kg pro Laufmeter. Ferner wird man sich die Frage stellen, welche Zusatzlast die nach Vorschrift gespannten Seile zum Reissen bringen würde.

Beide Fragen lassen sich mit Hilfe der Zustandsgleichungen (1) und (1a) lösen. Es ist aber zu beachten, dass bei normalen Belastungsfällen bis zur vorschriftsmässigen Höchstbelastung die Proportionalitätsgrenze des Leitermetalles nur wenig überschritten wurde, und deshalb mit einem konstanten Elastizitätsmodul E gerechnet werden konnte. Bei höheren Belastungen ist dies nicht mehr der Fall. Um Berechnungen durchführen zu können, ist die Vorlage der Zerreisskurve des Seiles, bzw. die Spannungs-Dehnungskurve des Leitermaterials erforderlich.

Es soll nun die Bruchschneelast eines Seiles vom spez. Gewicht γ_0 berechnet werden, das in einer horizontalen Spannweite a bei einer Temperatur t_0 mit einer Zugbeanspruchung p_0 gespannt ist. Die Lösung erhält man aus Gl. (1a):

$$\frac{a^2}{24} \cdot \left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{{\gamma_0}^2}{{p_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha + (p - p_0) \cdot \frac{1}{E} \quad \text{(1a)}$$

wenn man für p die Zerreissfestigkeit des Leiters einsetzt. Man erhält dann als Lösung γ, das Gewicht des Leiters + der gesuchten Bruchschneelast, bezogen auf die Längen- und Querschnittseinheit des Leiters. In vorstehender Form ist aber die Gleichung zur Lösung nicht geeignet, weil E keine Konstante ist. Es ist nun allgemein die Dehnung des Materials gleich der Zugspannung, dividiert durch den Elastizitätsmodul, also $\varepsilon = \frac{p}{E}$.

In Gl. (1a) eingesetzt erhalten wir

$$\frac{a^2}{24} \cdot \left(\frac{\gamma^2}{p^2} - \frac{\gamma_0^2}{p_0^2}\right) = (t - t_0)\,\alpha + \varepsilon - \varepsilon_0. \quad (30)$$

Liegt nun die Zerreisskurve des Seilmaterials vor (Fig. 9), so entnimmt man ihr die Zerreissfestigkeit p_b und die Bruchdehnung ε_b und setzt diese Werte an Stelle von p und ε in Gl. (30) ein. Ist ε in % angegeben, so ist der Wert $\frac{\varepsilon}{100}$ in die Gleichung einzusetzen. ε_0 ist durch die bekannten Werte p_0 und E gegeben. Wählt man noch die

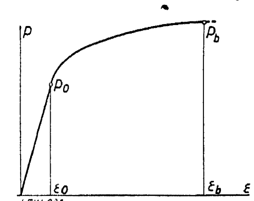


Fig. 9.

Temperatur t, für welche die Bruchschneelast bestimmt werden soll, so sind alle Werte gegeben, um die Unbekannte γ zu berechnen, aus welcher sich die Bruchschneelast K_b ergibt:

$$K_b = q\,(\gamma - \gamma_0). \quad (31)$$

Haben wir die Werte γ und γ_0, ausgedrückt in kg/cm³, so erhält man K_b in kg pro cm Leiterlänge.

Etwas umständlicher gestaltet sich die Berechnung der Zugspannung für eine 2 kg pro Laufmeter übersteigende Zusatzlast. In Gl. (30) sind alsdann γ und γ_0 bekannt, sie enthält aber die beiden Unbekannten p und ε, die unter sich durch die Zerreisskurve, aber nicht in analytischer Form zusammen-

[12]) Siehe Tabelle I, Fussnote [1]).

hängen. Man setzt nun verschiedene Werte von p in Gl. (30) ein, berechnet daraus ε und verändert p so lange, bis die zugehörigen Werte von p und ε als Koordinaten im Zerreissdiagramm einen Punkt ergeben, welcher auf der Zerreisskurve liegt.

Die Angaben unter 8, über das Verhalten einer Leitung bei ausserordentlichen Zusatzlasten, gelten nur für eine *annähernde Orientierung*, sogar wenn die Spannungs-Dehnungskurve sich auf ein langes Seilstück bezieht.

Zusammenstellung der für die Berechnung wichtigsten Formeln.

Tabelle III.

	A. Spannweiten bis 300 m gleich hohe Aufhängepunkte	B. Spannweiten bis ca. 500 m und Neigung ψ bis ca. 30° 1)	C. Spannweiten von 500 bis ca. 1200 m mit beliebigen Neigungen
1. Zustandsgleichung	$p^3 + p^2 \cdot \left[\frac{\gamma_0^2 a^2 E}{24 p_0^2} + (t - t_0) \alpha E - p_0\right] = \frac{\gamma^2 a^2 E}{24}$	$p^3 \left(1 + \frac{h^2}{2 a^2}\right) + p^2 \left[\frac{\gamma_0^2 a^2 E \cos\psi}{24 p_0^2} + (t - t_0) \alpha E - p_0 \left(1 + \frac{h^2}{2 a^2}\right)\right] = \frac{\gamma^2 a^2 E \cos\psi}{24}$	$p^3 \left(1 + \frac{h^2}{2 a^2}\right) + p^2 \left[\frac{\gamma_0^2 a^2 E \cos\psi}{24 p_0^2} + (t - t^0) \alpha E - p_0 \left(1 + \frac{h^2}{2 a^2}\right)\right] = \frac{\gamma^2 a^2 E \cos\psi}{24}$
2. Durchhang	$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8 p}$	$f = \frac{\gamma \cdot a^2}{8 p \cos\psi}$	$f = \frac{y_0 - c}{\cos\psi} = \left(\frac{\gamma \cdot a^2}{8 p} + \frac{\gamma^3 \cdot a^4}{384 p^3}\right) \frac{1}{\cos\psi}$
3. Seilkurve: Scheitelgleichung	$y' = \frac{x^2}{2 c}$	$y' = \frac{x^2}{2 c \cos\psi}$	$y' = \frac{x^2}{2 c} + \frac{x^4}{24 c^3} + \frac{x^6}{720 c^5}$ 2)
4. Seilkurve: Parameter	$c = \frac{p}{\gamma}$	a) $c = \frac{p}{\gamma}$, wobei p nach Gl. b) b) $p^2 \left(\frac{h^2}{a^2} + 2\right) - p\,(2 p_z - \gamma \cdot h) + \frac{\gamma^2 a^2}{4} = 0$	a) $c = \frac{p}{\gamma}$ b) $c \cdot y_0 = c^2 + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24 c^2}$ wo $x = \frac{a}{2}$ $y_0 = \frac{1}{2} (y_1 + y_2) \cdot \cos\psi$ c) $c = \frac{1}{2}\left[y_0 + \sqrt{y_0^2 - \frac{a^2}{2}}\right]$ 3)
5. Aufhängepunkte: Abszissen	$x_1 = x_2 = \frac{a}{2}$	$\begin{matrix} x_2 \\ x_1 \end{matrix} = \frac{c \cdot h \cdot \cos\psi}{a} \pm \frac{a}{2}$	a) $x_2 - x_1 = a$ b) $h = \frac{a}{2 c} (x_1 + x_2) \left[1 + \frac{x_1^2 + x_2^2}{12 c^2}\right]$
6. Aufhängepunkte: Ordinaten	$y_1 = y_2 = \frac{\gamma \cdot a^2}{8 p}$	$y_1' = \frac{\gamma \cdot x_1^2}{2 p \cos\psi} = \frac{x_1^2}{2 c \cos\psi}$ $y_2' = y_1' + h$	$y_1' = \frac{x_1^2}{2 c} + \frac{x_2^4}{24 c^3}$ $y_2' = y_1' + h$
7. Zugspannungen in den Aufhängepunkten	$p_1 = p_2 = p + \gamma \cdot f \sim p$	$\begin{matrix} p_2 \\ p_1 \end{matrix} = \frac{p}{\cos\psi} + \gamma \left(f \pm \frac{h}{2}\right)$	$p_2 = p + \gamma y_2' = \gamma \cdot y_2$ (gilt auch $p_1 = p + \gamma y_1' = \gamma \cdot y_1$ für A u. B)
8. Vertikalkräfte in den Aufhängepunkten:	$V_1 = V_2 = \frac{g \cdot a}{2}$	$\begin{matrix} V_2 \\ V_1 \end{matrix} = \frac{g \cdot a}{2} \pm H \left(\frac{h}{a}\right)$ wo $H = p \cdot q$	$V_2 = q \sqrt{p_2^2 - p_2}$ $V_1 = q (\pm \sqrt{p_1^2 - p^2}$ $\pm$ wenn $V_2 \lessgtr$ Seilgewicht

In allen Formeln sind a, h, c und die übrigen Längenmasse in cm,
γ in kg/cm³ p in kg/cm²
einzusetzen.

In Formeln, welche nur Längenangaben enthalten, können diese auch in Meter oder beliebigen Dimensionen eingesetzt werden. In jeder Formel darf aber nur *eine* Dimension vorkommen.

1) Bei Neigungswinkel über 30° sind die Formeln C zu verwenden.
2) Das letzte Glied kann, abgesehen von extremen Fällen, vernachlässigt werden.
3) Näherungsformel, nur für Spannweiten bis 500 m genau.

Wie in diesem Artikel dargelegt wurde, lassen sich die Berechnungen für Spannweiten bis zu 400 bis 500 Meter mit Näherungsformeln lösen, die mit einem 50 cm langen Rechenschieber mit genügender Genauigkeit ausgerechnet werden können. Für grössere und stark geneigte Spannweiten kommt man allerdings nicht darum herum, die Rechnungen nach den Regeln der Kettenlinie durchzuführen, wobei es unerlässlich ist, auf 5 Stellen genau zu rechnen.

Anhang II.

Graphisches Verfahren zur Lösung von Aufgaben der Seilberechnung mittels der Einheitskettenlinie.

Die Gleichung der Kettenlinie lautet $y = c \cdot \mathfrak{Cos}\,\frac{x}{c}$.

Man bildet nun Relativwerte aller Längenangaben, welche sich auf die Kettenlinie beziehen, also Spannweite, Höhendifferenz, Durchhang usw., indem man sie durch den Parameter dividiert.

Also Spannweite	a	relative	Spannweite	$\frac{a}{c} = A$
Höhendifferenz	h	»	Höhendifferenz	$\frac{h}{c} = H$
Durchhang	f	»	Durchhang	$\frac{f}{c} = F$
Bogenlänge	l	»	Bogenlänge	$\frac{l}{c} = L$
Abszisse	x	»	Abszisse	$\frac{x}{c} = X$
Ordinate	y	»	Ordinate	$\frac{y}{c} = Y$
Parameter	c	»	Parameter	$\frac{c}{c} = 1$

Mit den Relativwerten gerechnet lautet die Gleichung der Kettenlinie:

$$Y = \mathfrak{Cos}\,X$$

Das ist die Gleichung einer Kettenlinie vom Parameter 1. Diese stellt also das Bild aller beliebigen Kettenlinien dar, im Maßstab 1 : c gezeichnet. Hat man diese Kettenlinie aufgezeichnet, so braucht man von einer Seilkurve, deren Parameter, Spannweite und Höhendifferenz gegeben sind, nur durch Division durch den Parameter deren Relativwerte zu bilden und sie in die Einheitskurve einzutragen. Dann können die Relativwerte für Durchhang, Bogenlänge, Abszissen und Ordinaten von der Einheitskurve abgelesen und durch Multiplikation mit dem Parameter deren Absolutwerte bestimmt werden. Durch die Ordinaten der Aufhängepunkte A und B sind ferner die Zugspannungen in diesen Punkten bestimmt durch Multiplikation der Ordinaten mit dem Gewicht des Seiles pro Längen- und Querschnittseinheit. Da die Abbildung winkeltreu ist, so können auch die Winkel, welche Seilkurve oder Kurventangente mit den Koordinatenaxen bilden, direkt der Abbildung entnommen werden.

Es genügt also, für die Lösung verschiedener Aufgaben ein für allemal diese Einheitskettenlinie aufzuzeichnen. Da der Parameter der im Leitungsbau verwendeten Seilkurven meist zwischen 500 und 1500 m liegt, so muss die Kurve möglichst gross aufgezeichnet werden. Wählt man für den Einheitsparameter 1 einen Meter, so stellt die Kurve direkt die Abbildung einer Kettenlinie vom Parameter 1000 im Maßstab 1 : 1000 dar. Da auf dem Kurvenblatt ½ mm noch abgelesen werden kann, so lassen sich alle Strecken nur bis auf ½ Meter genau bestimmen.

Zur Aufzeichnung der Kurve ist ein Zeichnungsblatt im Format von 2,2 m × 1,5 m nötig. Die Koordinaten der Kurve können direkt in Metern aus der Tafel der Hyperbelfunktion $\mathfrak{Cos}$, Hütte Bd. I, abgelesen werden. Legt man die Abszissenaxe durch den Kurvenscheitel, so ist von den Angaben der Tafel für $\mathfrak{Cos}$ immer je 1 Meter in Abzug zu bringen. Um auch stark überhöhte Spannweiten zur Darstellung bringen zu können, ist es zweckmässig, die Ordinatenaxe nicht in der Mitte, sondern ca. 70 cm vom linken oder rechten Rand des Kurvenblattes entfernt anzuordnen (Kurvenblatt I) *).

*) Das Generalsekretariat des SEV und VSE wird das Kurvenblatt II voraussichtlich herstellen und an Interessenten abgeben. Nähere Mitteilungen folgen.

Begnügt man sich mit einer kleinern Ablesegenauigkeit, so kann man für die Aufzeichnung der Kurve den Einheitsparameter durch 50 cm darstellen. Man erhält dann ein etwas handlicheres Format 1,1 m × 0,75 m (Kurvenblatt II) *).

Ist ferner für zwei durch Spannweite und Höhendifferenz gegebene Aufhängepunkte A und B für eine gegebene maximale Zugspannung und das spez. Seilgewicht die Seilkurve zu bestimmen, so ist der Parameter zunächst unbekannt. Die Aufgabe lässt sich aber folgendermassen lösen:

Da alle Seilkurven einander ähnlich sind, so kann die aufgezeichnete Einheitskurve jede beliebige Seilkurve in einem zugehörigen Maßstab darstellen. Wir wissen ferner, dass die Ordinate des höheren Aufhängepunktes mit dem Seilgewicht pro Längeneinheit multipliziert die maximale Zugspannung ergibt.

Die Distanz der Aufhängepunkte A und B betrage zum Beispiel x Meter. Man zieht nun im Kurvenblatt mit der Einheitskurve irgendeine Sehne mit dem gleichen Neigungswinkel, wie ihn die Verbindungslinie der Punkte A und B mit der Horizontalen aufweist. Die Länge dieser Sehne zwischen den Schnittpunkten mit der Einheitskettenlinie, abgemessen auf dem Kurvenblatt, soll mit b bezeichnet werden. Man misst nun die Höhendifferenz des Punktes B über dem Kurvenscheitel auf dem Kurvenblatt ab und addiert dazu den Einheitsparameter; dieses Mass, mit Y bezeichnet, stellt die Ordinate des Punktes B in der Zeichnung dar. Dann beträgt die Ordinate in Natur

$$y = Y \cdot \frac{x}{b}$$

Man multipliziert y mit dem Seilgewicht pro Längeneinheit und erhält so die maximale Zugspannung im Punkt B. Stimmt die so ermittelte Zugspannung nicht mit der vorgeschriebenen Zugspannung überein, so verschiebt man die

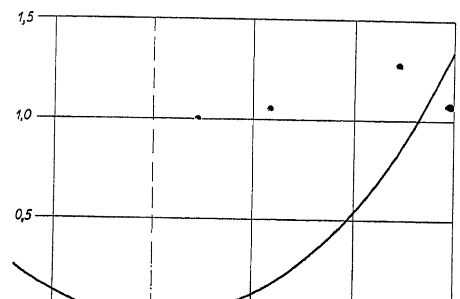


Fig. 7*.

Sehne parallel zu sich selbst und wiederholt das Verfahren, bis die ermittelte Zugspannung mit der gewählten übereinstimmt. Ist dies der Fall, so ist der gesuchte Parameter gleich dem Parameter der Einheitskurve multipliziert mit $\frac{x}{b}$ und der von der Sehne abgeschnittene Bogen der Einheitskettenlinie stellt das Abbild der gesuchten Seilkurve im Maßstab $1 : \frac{x}{b}$ dar.

Fig. 7* stellt die Abbildung einer solchen Einheits-Kettenlinie dar.

Le Laboratoire d'essais à haute tension des Câbleries de Cossonay.

Par E. Foretay, Cossonay-Gare.

600.62 : 621.315.21 (494)

L'équipement électrique d'un laboratoire d'essais de Câblerie doit satisfaire à des conditions très particulières, différentes de celles d'un laboratoire de fabrique d'isolateurs par exemple. Les tensions d'essai varient dans des limites très étendues entre les 500 volts utilisés pour certains câbles de télécommunication et plusieurs centaines de mille volts nécessaires à la perforation d'échantillons de câbles à haute tension. Chaque tension, aussi bien les plus hautes que les plus basses, doit pouvoir être réglée et mesurée facilement et avec précision et la courbe de tension doit être bien sinusoïdale quelles que soient les conditions de fonctionnement. D'autre part, les câbles à essayer ont souvent une forte capacité qui absorbe une puissance apparente considérable sous un facteur de puissance zéro avance. Les génératrices sont alors le siège d'un effet d'auto-excitation important, pouvant même provoquer un fonctionnement instable; pour les transformateurs, le rapport entre les tensions primaire et secondaire varie beaucoup selon la charge.

Certaines conditions particulières interviennent dans notre cas. Les essais doivent s'effectuer dans un minimum de temps. Il est utile de pouvoir faire simultanément des essais à deux tensions différentes. Des essais, à quelques mille volts seulement, se font aussi dans le laboratoire des câbles téléphoniques situé dans un local indépendant. Ces diverses manœuvres exigent un appareillage simple, facile à manipuler, établi de façon à éviter sûrement les accidents de personnes et les erreurs. L'installation dont la description suit est établie sur la base de ces divers facteurs.

Die elektrische Ausrüstung eines Kabelprüflaboratoriums muss sehr speziellen Bedingungen genügen, die beispielsweise von denen des Laboratoriums einer Isolatorenfabrik verschieden sind. Die Prüfspannung muss in sehr weiten Grenzen zur Verfügung stehen, und zwar zwischen 500 V (für gewisse Telephonkabel) und mehreren 100 000 V (für die Durchschlagsprüfung von Abschnitten von Hochspannungskabeln). Jede Spannung, sowohl die allerhöchste als auch die allerniedrigste, muss leicht und genau eingestellt und gemessen werden können und die Spannungskurve muss möglichst sinusförmig sein, unabhängig von den Betriebsbedingungen. Hinzu kommt, dass die zu prüfenden Kabel oft eine grosse Kapazität darstellen, welche bei einem Leistungsfaktor 0, voreilend, eine beträchtliche Blindleistung aufnehmen; in solchen Fällen treten bei den Generatoren starke Selbsterregungserscheinungen auf, welche sogar den Betrieb unstabil machen können. Bei den Transformatoren ist das Uebersetzungsverhältnis stark von der Belastung abhängig.

Einige besondere Forderungen mussten im vorliegenden Fall erfüllt werden. Die Versuche müssen in kürzester Zeit ausgeführt werden können. Oft wird verlangt, gleichzeitig Versuche bei zwei verschiedenen Spannungen zu machen. (Versuche bei nur einigen 1000 V können auf dem Versuchsstand für Telephonkabel, der in einem andern Lokal installiert ist, ausgeführt werden.) Diese verschiedenen Benützungsmöglichkeiten bedingen eine einfache Apparatur, die leicht zu bedienen ist und die Unfälle und Fehler mit Sicherheit ausschliesst. Beim Bau des im folgenden beschriebenen Laboratoriums wurde diesen verschiedenen Forderungen Rechnung getragen.

Caractéristiques principales.

Les caractéristiques principales du laboratoire de Cossonay sont déterminées par diverses considérations. La gamme des tensions d'essai doit être très étendue:

1° Tous les câbles dits «à basse tension» sont essayés à 2000 volts, tension qui est donc utilisée très souvent. La puissance du transformateur doit suffire pour essayer ensemble de nombreux câbles.

2° Dans les hautes tensions usuelles, il faut disposer d'une puissance suffisante pour les plus grandes longueurs de fabrication.

3° Les essais d'isolateurs de boîtes d'extrémité et les essais de perforation d'échantillons de câbles demandent une tension très élevée, mais une faible puissance.

Une première solution adoptée par plusieurs câbleries, consiste à utiliser trois transformateurs, l'un pour les basses tensions, le second pour les hautes tensions et le troisième, de faible puissance, pour les très hautes tensions. Une telle installation est coûteuse, encombrante et compliquée. Par l'emploi d'un type spécial de transformateur d'essai à haute tension, le programme proposé a pu être réalisé avec deux transformateurs seulement.

Les essais des câbles à basse tension se font avec un transformateur du type industriel à bain d'huile et refroidissement naturel de 30 kVA. 16 kV ont été choisis comme tension maxima en tenant compte des tensions d'essai les plus fréquentes et de la tension minima que doit donner le second transformateur. Un changement de couplage au primaire permet d'obtenir aussi la pleine puissance à 8 kV. A la tension de 2000 volts on a 10 kVA pendant une heure, ce qui suffit largement pour notre laboratoire. Ici une remarque: un transformateur d'essai pour câblerie ne fonctionne que rarement à pleine puissance, mais est souvent appelé à fournir son courant nominal ou même davantage sous une fraction de la tension maxima correspondant au couplage utilisé. Ces conditions particulières de fonctionnement déterminent le choix de la puissance. Ce transformateur est alimenté par un régulateur d'induction.

Le second transformateur d'essai, d'un type spécial dont seuls les enroulements sont contenus dans une cuve à huile en matière isolante, est à trois rapports de transformation dans les proportions: 1 : 2 : 4. Les tensions secondaires sont de 90, 180 et 360 kV, les deux premières réservées aux essais normaux de câbles et la troisième aux essais d'isolateurs ou à la perforation d'échantillons de câbles. Pour 90 et 180 kV, la puissance est 500 kVA pendant une heure, et à la tension maxima utilisée pour des objets de faible capacité, elle est réduite de moitié.

L'énergie primaire est fournie par un groupe convertisseur composé d'un moteur d'induction triphasé et d'un alternateur monophasé avec excitatrice en bout d'arbre, le réglage de la tension s'effectuant par variation d'excitation de l'alternateur.

Les deux transformateurs permettent d'obtenir toute la gamme des tensions comprises entre 0 et 360 kilovolts, avec une puissance suffisante dans tous les cas. Ces deux sources d'énergie étant complètement indépendantes, rendent possibles des essais simultanés à deux tensions différentes.

Le laboratoire est subdivisé par des grillages métalliques en quatre sections: 1° le poste de commande qui contient le tableau de la station à 16 kV et, sur un podium, le pupitre de la station à 360 kV; 2° et 3° deux cellules pour les câbles à essayer; 4° la cellule du transformateur à 360 kV. Les deux cellules réservées aux câbles permettent de faire des essais dans l'une, pendant qu'on prépare les câbles dans l'autre; chacune est équipée de deux systèmes de barres, l'un pour 16 kV, l'autre pour 180 kV, auxquelles sont reliés les câbles à essayer et que des sectionneurs permettent de connecter avec les transformateurs correspondants qui ont toujours un pôle à la terre.

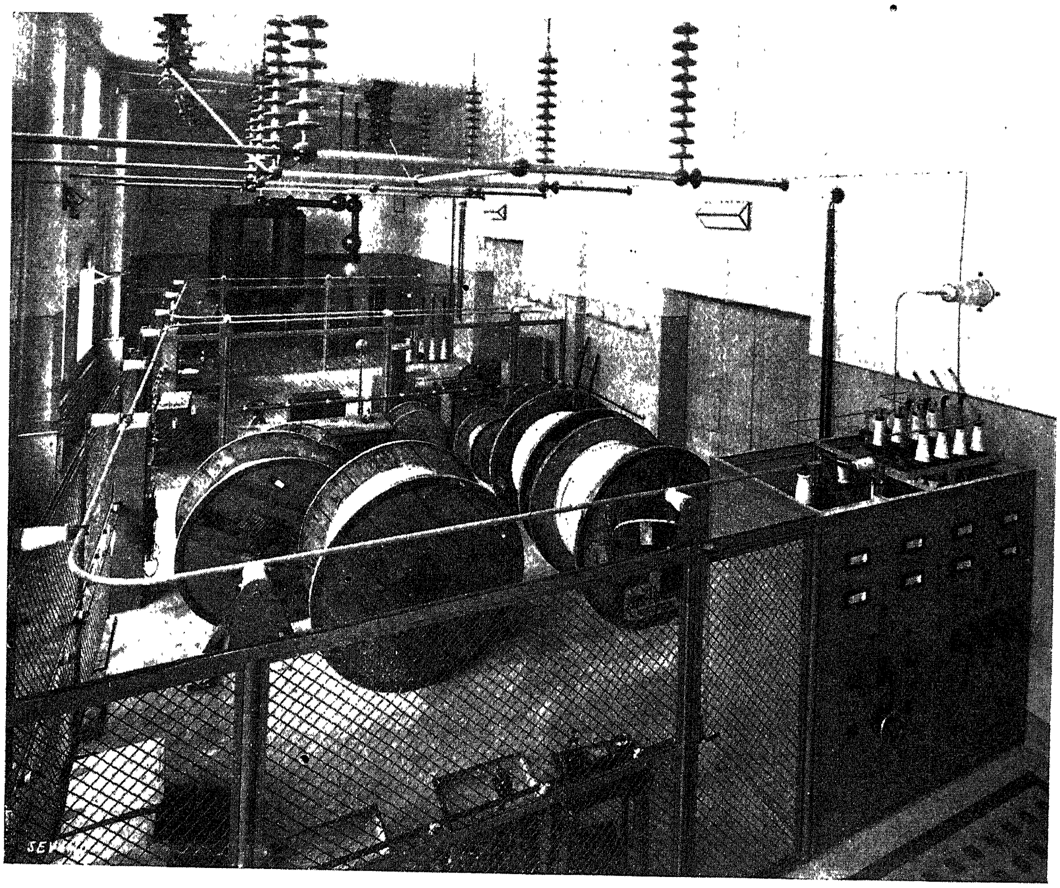


Fig. 1.
Laboratoire vu du podium.

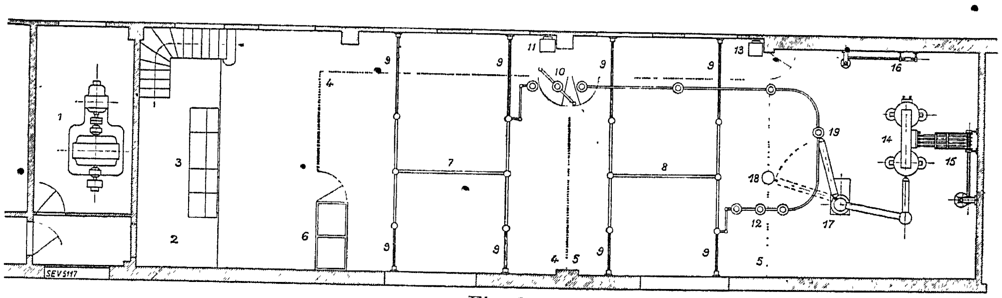


Fig. 2.
Plan du laboratoire.

1 Groupe convertisseur 380 kVA.
2 Podium.
3 Pupitre.
4 1re cellule d'essai des câbles.
5 2e cellule d'essai des câbles.
6 Station 16 kV.
7 Barres à 180 kV de la cellule *1*.
8 Barres à 180 kV de la cellule *2*.
9 Isolateurs en papier bakélisé.
10 Sectionneur 180 kV de la cellule *1*.
11 Colonne de manœuvre.
12 Sectionneur 180 kV de la cellule 2.
13 Colonne de manœuvre.
14 Transformateur 360 kVA.
15 Sectionneur tétrapolaire (couplages 90 et 180 kV).
16 Sectionneur bipolaire (couplage 360 kV).
17 Spintermètre.
18 Sphère d'extrémité 360 kV.
19 Sphère de raccordement 180 kV

Nota: Les barres 16 kV ne sont pas représentées.

Description des installations.

Local (fig. 1).

La salle réservée au laboratoire est longue de 28 m, large de 7,90 m et haute de 7 m. Elle est subdivisée, par des grillages métalliques, en quatre sections.

La première partie, de 5,70 m, constitue le poste de commande, avec un podium de 2,50 m de largeur, surélevé de 2,60 m. Deux cellules pour les câbles à essayer y font suite, l'une de 6,60 m×8,10 m, l'autre de 6,60 m × 7,25 m, chacune communiquant avec l'atelier adjacent par une porte de 3 m de largeur. Enfin, la dernière cellule, de 6,90 m× 7,55 m, contient le transformateur d'essais. Un couloir latéral de 1,30 m de largeur, situé devant les fenêtres, donne accès aux diverses cellules (voir plan fig. 2). Des rideaux noirs, coulissant dans des glissières, permettent de faire l'obscurité. L'éclairage artificiel est assuré par des luminaires en verre opale fixés aux parois, donnant une lumière uniforme, sans ombres portées. Les divers câbles: alimentation des transformateurs, circuits de mesure et de commande, etc., sont logés dans des caniveaux ménagés dans le sol; en des endroits appropriés, des dalles amovibles permettent les révisions ou modifications éventuelles.

Sources d'énergie.

Le laboratoire est alimenté par un transformateur triphasé de 220 kVA, 12500/380 volts, se trouvant à la station de transformation de l'usine, le réseau de force motrice à 380 volts constituant une réserve en cas de nécessité.

Station 16 kV (fig. 3).

Les tensions d'essai inférieures à 16 kV sont produites par un appareillage installé dans un tableau en tôle, à l'angle de la première cellule. Il com-

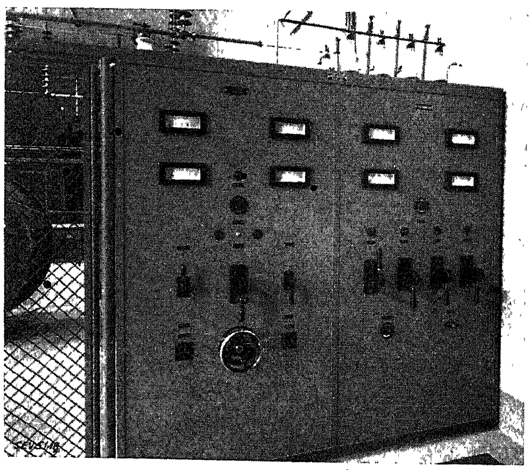


Fig. 3.
Station à 16 kV.

prend: Un régulateur d'induction monophasé de 30 kVA à ventilation naturelle, alimenté à 380 volts. Le rotor tournant par l'intermédiaire d'un volant placé devant le tableau, la tension réglée prend toutes les valeurs comprises entre 0 et 760 volts. Elle alimente le primaire d'un transformateur industriel de 30 kVA à bain d'huile, dont l'enroulement divisé en deux moitiés peut être couplé en série ou en parallèle par un inverseur, la tension maximum secondaire étant 8 ou 16 kV. La puissance unihoraire est de 40 kVA. Par un jeu de quatre sectionneurs unipolaires avec contact de mise à la terre, l'énergie peut être envoyée soit aux barres à basse tension des cellules 1 et 2, constituées par un tube d'aluminium porté par des isolateurs horizontaux fixés à la partie supérieure du grillage (fig. 1), soit, par un isolateur de traversée, jusqu'au bassin situé dans l'atelier adjacent pour les essais de câbles dans l'eau, ou enfin, par un câble sous plomb, au laboratoire des câbles téléphoniques. La tension d'essai est contrôlée par un transformateur de tension de 1 kVA, 16000/500 V, dont le secondaire sera connecté à volonté à trois voltmètres mesurant respectivement 2,5, 8 et 16 kV. Le transformateur d'essai ayant toujours un pôle à la terre, on peut y intercaler un jeu de trois ampèremètres pour 6, 1 ou 0,2 A. Un commutateur spécial permet de choisir la sensibilité voulue, un contact auxiliaire met en circuit une sonnerie aussi longtemps que la manette n'a pas été ramenée à la position zéro, les trois ampèremètres étant alors court-circuités, ce qui évite de les endommager. Sans cette précaution, l'appareil de 0,2 A restant en circuit serait fortement surchargé si l'essai suivant absorbe 3 A. Le tableau est complété par des lampes de signalisation, un disjoncteur à maximum, un voltmètre 800 V et un ampèremètre 80 A pour le primaire du transformateur. Un inverseur permet d'utiliser la tension réglée du régulateur d'induction sans passer par le transformateur.

Station 360 kV (schéma fig. 4).

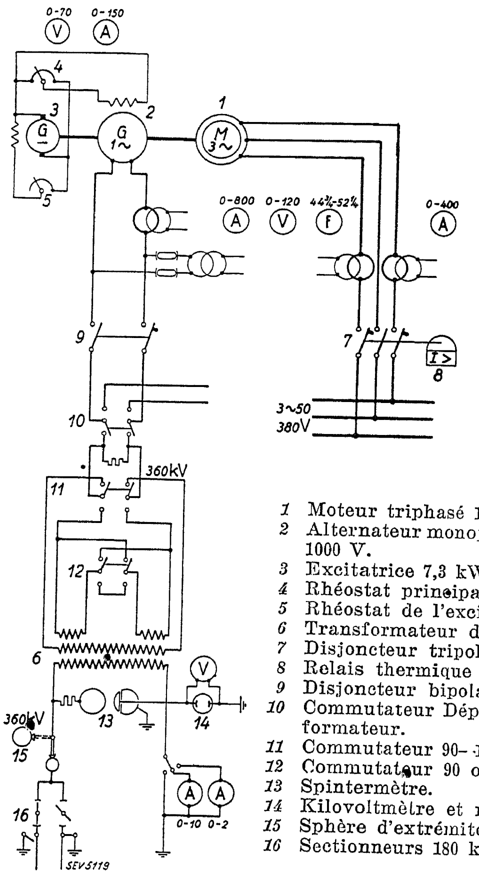
Données générales.

Les tensions d'essai supérieures à 16 kV sont fournies par un transformateur d'essai monophasé d'une puissance unihoraire de 500 kVA alimenté par un groupe convertisseur triphasé-monophasé. Dans certains laboratoires de câbleries, la puissance apparente qu'absorbent les câbles en essai est compensée par une bobine de self réglable mise en parallèle avec le primaire du transformateur d'essai. Il est possible ainsi de réduire d'environ 50 % la puissance de l'alternateur. Après étude, cette disposition a été abandonnée, car elle complique l'installation et la manœuvre, la bobine de self devant être réglée à nouveau pour chaque essai.

Groupe convertisseur.

Installé dans un local de 3,00 × 6,20 m adjacent au laboratoire, il comprend un moteur d'induction triphasé de 110 kW, 380 V, 975 t/min, avec rotor bobiné et démarreur centrifuge, couplé par un manchon avec un alternateur monophasé de 380 kVA pendant 5 heures, 500 kVA 1 heure ou 760 kVA 5 minutes, 1000 volts, 1000 t/min, cos $\varphi = 0,1$ avance. La roue polaire, à pôles saillants, porte un enroulement amortisseur. En bout d'arbre est montée l'excitatrice de 7,3 kW, 50 V, 145 A. Les deux machines sont fixées sur un bâti commun en fonte, ce qui a permis le transport et la mise en place de l'ensemble complètement monté, pesant

7,5 tonnes. Ce groupe est appelé à fonctionner dans des conditions très particulières. En effet, le transformateur de 360 kVA est utilisé pour toutes les



1 Moteur triphasé 110 kW, 380 V.
2 Alternateur monophasé 380 kVA, 1000 V.
3 Excitatrice 7,3 kW, 50 V.
4 Rhéostat principal.
5 Rhéostat de l'excitatrice.
6 Transformateur d'essai.
7 Disjoncteur tripolaire.
8 Relais thermique bipolaire.
9 Disjoncteur bipolaire.
10 Commutateur Départ ou Transformateur.
11 Commutateur 90-180 ou 360 kV.
12 Commutateur 90 ou 180 kV.
13 Spintermètre.
14 Kilovoltmètre et redresseur.
15 Sphère d'extrémité 360 kV.
16 Sectionneurs 180 kV.

Fig. 4.
Schéma de la station à 360 kV.

tensions supérieures à 16 kV, qui est la tension maxima de l'autre station. Au couplage 90 kV cela représente seulement 18 % de la tension nominale. Si, dans ces conditions, les câbles à essayer ont une forte capacité, ils absorbent une puissance apparente considérable sous un facteur de puissance zéro avance. La tension primaire du transformateur est alors plus petite que celle correspondant à la même tension secondaire à vide et la génératrice débitant un courant fortement décalé en avant est le siège d'un effet d'auto-excitation important, pouvant même provoquer un fonctionnement instable.

Le diagramme fig. 5 donne les valeurs de la tension primaire U_1 du transformateur d'essai et du courant d'excitation I_e de la génératrice, en fonction du courant secondaire I_2, pour une tension d'essai constante de 90 kV. La tension primaire de 1000 V à vide tombe à 760 V pour un courant secondaire de 6 A et le courant d'excitation de l'alternateur passe de 80 à 5 A. Pour le diagramme fig. 6, correspondant à une tension d'essai de 40 kV, le courant d'excitation I_e s'annule pour un courant secondaire de 2,86 A. C'est un point d'instabilité qu'il n'est pas possible de dépasser. Si la capacité des câbles à essayer est supérieure à celle correspondant à ce point, même en réduisant le courant d'excitation au minimum, la tension monte au delà de la valeur choisie; il se produit des variations pendulaires du courant d'excitation et de la tension aux bornes de la génératrice. A une tension plus basse, la limite sera encore inférieure. Pour éviter ces inconvénients, l'enroulement d'induit de l'alternateur est subdivisé en quatre parties égales donnant chacune la moitié de la tension et du courant. Avec deux sections en parallèle, la tension maximum aux bornes est de 500 V, le couplage série-parallèle donne 1000 V. Au couplage de 500 V, le régime est stable même à une tension de 20 kV, comme l'indique le diagramme fig. 7. Le courant d'excitation I_e passe par un minimum pour un courant secondaire (I_2) de 3,6 A et augmente ensuite, sans jamais s'annuler. En outre, le réglage est plus fin, la même variation du courant d'excitation provoquant une variation moitié plus faible de la tension aux bornes.

La tension est réglée par un rhéostat principal monté en potentiomètre entre l'excitatrice et la roue polaire, ce qui permet d'obtenir des courants d'excitation aussi faibles qu'on le désire. Le rhéostat d'excitation de l'excitatrice sert au réglage fin. De nombreux essais à l'oscillographe dans diverses conditions de charge ont montré que la courbe de tension ne présente jamais d'harmoniques gênants.

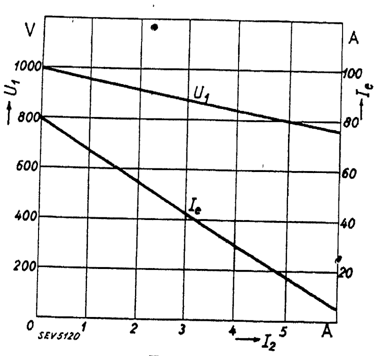


Fig. 5.
pour $U_2 = 90$ kV, couplage 1000 V.

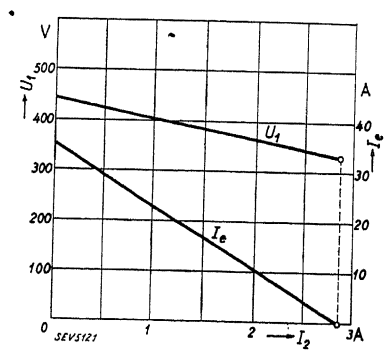


Fig. 6.
pour $U_2 = 40$ kV, couplage 1000 V.

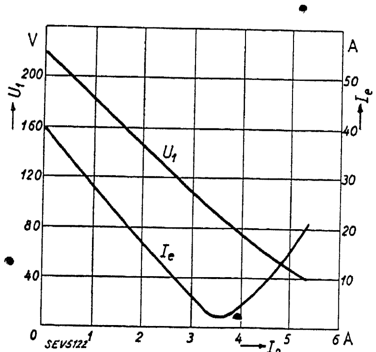


Fig. 7.
pour $U_2 = 20$ kV, couplage 500 V.

Diagramme du groupe alternateur-transformateur

Transformateur (fig. 8).

Ce transformateur, dont les enroulements sont logés dans des cylindres en papier bakélisé remplis d'huile, est d'un type établi spécialement pour les essais [1]). Afin de répondre aux conditions particulières d'un laboratoire de câblerie, soit une gamme très étendue de tensions avec la possibilité d'obtenir une puissance apparente élevée et un régime stable même aux tensions réduites, il est établi avec trois rapports de transformation, la tension primaire nominale étant de 1000 volts.

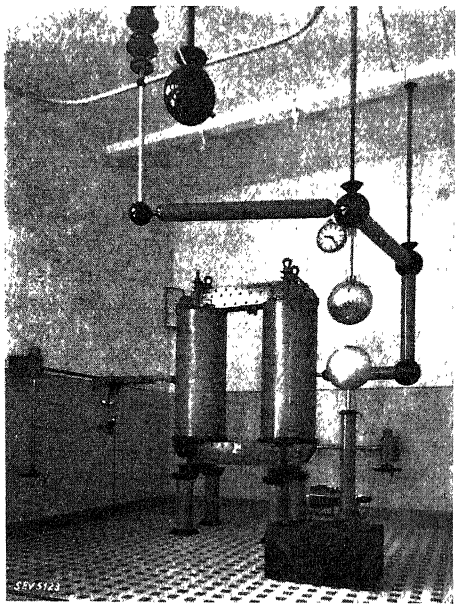


Fig. 8.
Transformateur 360 kV.

1° Tension secondaire 90 kV; puissance: 360 kVA pendant 5 heures, 500 kVA pendant 1 heure ou 720 kVA pendant 5 minutes.

2° Tension secondaire 180 kV; mêmes puissances.

3° Tension secondaire 360 kV; puissances 180, 250 ou 360 kVA.

Les tensions supérieures à 180 kV se rapportant à des essais de perforation d'échantillons, la puissance nécessaire est toujours réduite, c'est pourquoi elle est de moitié plus petite à 360 kV qu'aux deux autres couplages. A titre de renseignement, ce transformateur a des tensions de court-circuit relativement basses, comprises entre 4 et 15 %.

Le principe de fonctionnement est le suivant: Pour les essais à 90 kV ou 180 kV, la colonne de droite seule est utilisée. L'enroulement primaire, situé à l'intérieur, près du noyau, est formé de deux parties pouvant être couplées en série ou en parallèle. L'enroulement secondaire, situé à l'extérieur, occupe toute la hauteur de la colonne. Le point milieu est relié à la borne haute tension, alors que les extrémités supérieure et inférieure sont reliées ensemble et avec le noyau et la terre. Les deux moitiés de l'enroulement sont donc constamment en parallèle. La tension croît linéairement du bas et du haut de la colonne jusqu'au milieu où elle atteint son maximum, d'où une répartition très favorable des potentiels. Le changement de couplage série parallèle se fait instantanément par la manœuvre d'un inverseur au pupitre de commande.

Pour le fonctionnement à 360 kV, les deux colonnes du transformateur sont utilisées. Par un sectionneur bipolaire visible à gauche de la fig. 8, la tension de 1000 volts alimente un enroulement primaire dont les bornes sont placées à mi-hauteur de la colonne de gauche. Une partie de l'énergie passe à la colonne de droite par le noyau, une autre partie par un enroulement intermédiaire lié électriquement avec le primaire de la colonne de droite. Le noyau est alors isolé du sol par les quatre pieds en papier bakélisé. Le secondaire de la colonne de gauche donne une tension de 180 kV à laquelle se trouve porté le noyau; elle s'ajoute à la tension de 180 kV de la colonne de droite pour donner 360 kV entre le milieu de la colonne de gauche relié à la terre et la borne haute tension à droite.

Le changement rapide de couplage s'obtient par deux sectionneurs spéciaux commandés à la main, dont les couteaux s'engagent dans des mâchoires de contact fixées au transformateur, un bipolaire pour le couplage à 360 kV et un tétrapolaire pour 90 et 180 kV. La manœuvre complète ne demande que 30 secondes.

Il n'a pas été prévu de résistances de protection dans le circuit à haute tension du transformateur. Selon la règle usuelle qui prescrit, en série avec l'objet à essayer, une résistance provoquant une chute de tension de 5 % sous le courant de pleine charge du transformateur, on devrait avoir trois résistances différentes pour les trois rapports de transformation:

90 kV; 4 A; Chute de tension 4 500 V; $R = \frac{4500}{4} =$ 1 125 ohms.

180 kV; 2 A; Chute de tension 9 000 V; $R = \frac{9000}{2} =$ 4 500 ohms.

360 kV; 0,5 A; Chute de tension 18 000 V; $R = \frac{18000}{0,5} =$ 36 000 ohms.

Ces résistances doivent pouvoir supporter, comme le transformateur, une surcharge de 100 % pendant 5 minutes. Un système de résistances commutables selon la tension utilisée conduit à une installation compliquée et encombrante. Le transformateur étant protégé contre les ondes à front raide par une construction spéciale, le constructeur admet que l'on fasse des essais de décharge sur isolateurs sans aucune résistance de protection. De tels essais à 330 kV ont été répétés plusieurs fois sans inconvénient. Pour les essais normaux, les câbles sont reliés directement au transformateur; ce n'est que pour les essais de perforation d'échantillons qu'une résistance hydraulique est mise en série.

[1]) Voir Bull. ASE 1926, p. 437, et «Revue BBC», Avril 1927, p. 105.

Le générateur et l'appareillage à basse tension sont protégés contre les ondes à front raide par une résistance métallique de 250 ohms branchée en parallèle avec le primaire du transformateur d'essai.

Appareillage à haute tension.

Le conducteur à haute tension partant de la borne du transformateur est entouré d'un tube de papier bakélisé contenant une feuille métallique dans son épaisseur. Le diamètre extérieur est de 200 mm, les raccords et changements de direction sont constitués par des sphères creuses en cuivre de 400 mm de diamètre. Le champ électrique superficiel est ainsi toujours faible; même aux plus hautes tensions d'essai, transformateur et tubes restent obscurs, sans production d'effluves. Le système est supporté par deux isolateurs en papier bakélisé fixés au plafond. Le dernier tube horizontal est pourvu d'une genouillère du côté droit et d'un dispositif d'accrochage à l'autre extrémité; il peut être connecté à volonté, au moyen d'une perche de manœuvre, à l'une ou à l'autre des deux sphères de cuivre visibles sur la fig. 8. La plus grande des deux sphères, d'un diamètre de 400 mm, est fixée au plafond par un isolateur en papier bakélisé; elle est utilisée pour les essais à des tensions supérieures à 180 kV, qui ne se font que dans la cellule No. 2. Les câbles ou autres objets à essayer sont alors reliés directement à cette sphère.

Pour les essais de câbles jusqu'à 180 kV dans l'une ou dans l'autre des deux cellules, le tube pivotant est connecté, comme le montre la fig. 8, à la sphère de cuivre de 270 mm de diamètre, reliée à un jeu de barres en aluminium aboutissant à deux sectionneurs unipolaires avec contact de mise à la terre, qui permettent de mettre sous tension chaque cellule séparément; à cet effet, au-dessus de chacune d'elles, trois tubes en aluminium sont disposés en forme de H et suspendus au plafond par quatre chaînes d'isolateurs de onze éléments. Pour donner à l'ensemble une rigidité suffisante, quatre isolateurs horizontaux en papier bakélisé sont fixés entre les extrémités des tubes et les parois latérales du laboratoire. Si les barres d'une cellule ne sont pas reliées au transformateur, elles se trouvent automatiquement mises à la terre par les sectionneurs, ce qui évite tout danger de tensions induites. Ces sectionneurs sont commandés par des colonnes de manœuvre placées contre la façade; chacune contient un moteur monophasé à collecteur qui actionne, par un jeu d'engrenages, un treuil dont les câbles agissent sur le sectionneur. Les contacteurs pour les lampes-signal du pupitre et les circuits de verrouillage sont commandés directement par l'arbre du sectionneur, de fausses indications en cas de défaillance des câbles de manœuvre étant ainsi exclues. En outre, la construction même des sectionneurs indique clairement, au premier coup d'œil, s'ils sont enclanchés ou non. Pour les actionner, il suffit de manœuvrer, dans le sens voulu, les contacteurs montés dans le pupitre.

L'amenée de courant aux câbles à essayer se fait en suspendant aux barres à haute tension une légère perche isolante en tube de papier bakélisé qui se termine à son extrémité supérieure par un crochet métallique et en bas par un bouton de connexion relié au crochet par un fil conducteur passant dans le tube.

Mesure de la haute tension.

Le procédé classique pour la mesure des hautes tensions est l'emploi d'un spintermètre à sphères dont la tension d'amorçage, pour chaque écartement des sphères, est fixée par des normes internationales. Ce système, simple et suffisamment précis pour des mesures industrielles, présente plusieurs inconvénients. La tension d'amorçage est fonction de la densité de l'air au moment de l'essai, ce qui oblige à faire chaque fois une correction basée sur les indications du baromètre et du thermomètre. Son fonctionnement est discontinu, l'étalonnage devant être effectué avant l'essai de tension lui-même. Pour l'essai de perforation d'un échantillon de câble, la tension n'étant pas déterminée à l'avance ne peut plus être contrôlée pendant l'essai, mais la mesure au spintermètre doit se faire après; la charge du transformateur n'étant pas la même, cela peut causer des erreurs assez importantes. Ces inconvénients ont fait adopter le procédé Haefely [2]) qui utilise un spintermètre à axe vertical à sphères de 500 mm de diamètre. La sphère supérieure en cuivre est reliée à la haute tension, la sphère inférieure en fonte d'aluminium, se termine en haut par une calotte en bronze, isolée. L'ensemble formé par la sphère supérieure et la calotte constitue un condensateur à air, auquel le reste de la sphère inférieure, mis à la terre, sert d'anneau de garde. Pour un écartement donné, le courant de charge de ce condensateur est proportionnel à la tension appliquée. Ce faible courant, redressé par deux lampes de TSF, se mesure par un galvanomètre à cadre mobile, dont les indications sont directement proportionnelles à la tension. Quatre sensibilités différentes s'obtiennent en modifiant l'écartement des sphères et le shunt de l'appareil, la déviation totale de l'instrument (150 divisions) représentant respectivement 75, 150, 300 ou 450 kV. La calotte est reliée au tableau de redresseurs placé dans le pupitre par un câble spécial à faible capacité sous écran métallique mis à la terre.

L'écartement des sphères se règle à distance par un commutateur placé dans le pupitre, ce qui met en marche dans le sens voulu un petit moteur d'induction placé dans le socle du spintermètre, agissant par une démultiplication à vis sans fin sur le volant de réglage. Cette distance, qui peut être contrôlée sur place par une règle divisée en millimètres sur laquelle glisse un curseur, est également mesurable du podium. Aux systèmes de télémesure électriques a été préféré un dispositif plus simple

[2]) H. König, Helvetica Physica Acta II, 1929, p. 152.

quoique précis, construit au laboratoire de Cossonay. Dans son mouvement, la sphère inférieure entraîne une règle en verre sur laquelle est gravée une division millimétrique. Un appareil de projection éclairé par une lampe à incandescence de 1000 watts, donne contre le mur l'image agrandie 50 fois de la graduation et de l'index de repère. Il est facile d'évaluer depuis le pupitre le $^{1}/_{5}$me de millimètre (fig. 9). Ce dispositif, donnant simple-

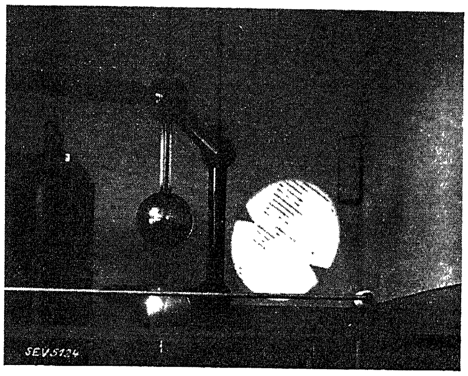


Fig. 9.
Mesure à distance de l'écartement des sphères.

ment par voie optique l'image de la règle divisée, ne peut introduire aucune cause d'erreur.

Cet appareillage peut également être utilisé comme spintermètre ordinaire en mettant la calotte à la terre, ce qui permet l'étalonnage. Lors d'un amorçage, le courant est limité par une résistance formée de six tubes en verre remplis d'eau distillée placés au-dessus de la sphère supérieure.

Pupitre (fig. 10).

Tout l'appareillage de manœuvre et de contrôle est rassemblé dans un pupitre installé sur le podium de commande. De ce point la vue s'étend sur l'ensemble du laboratoire. Les gros appareils: interrupteurs, inverseurs, rhéostat principal, transformateurs de mesure, sont montés dans une charpente en fer, fermée par des panneaux en tôle pleine et logée sous le plancher du podium.

Le pupitre, d'un modèle semblable à ceux des centrales électriques, est divisé en quatre sections: moteur, alternateur, transformateur et contrôle. Dans chaque section, les organes de commande (poignées des interrupteurs, volants des rhéostats) sont fixés contre le panneau vertical, le panneau horizontal portant les lampes de signalisation et commutateurs de manœuvre ou de mesure, tandis que le panneau incliné contient les instruments. Le voltmètre qui mesure la tension primaire du transformateur, la grandeur la plus importante, est un instrument électrodynamique de précision avec miroir à trois étendues de mesure 240, 600 et 1200 V, mais une seule échelle à 120 divisions, ce qui évite les erreurs de lecture si fréquentes avec les instruments à plusieurs échelles. Dans la section transformateur le couplage choisi est indiqué par un dispositif lumineux.

La dernière section du pupitre contient deux ampèremètres électrodynamiques de précision pour la mesure du courant secondaire du transformateur d'essai. Ils sont protégés contre les surcharges accidentelles comme ceux de la station à 16 kV par un commutateur qui actionne une sonnerie aussi longtemps qu'on n'est pas revenu à la position de repos. Les appareils eux-mêmes sont d'un modèle spécial établi à notre demande par le fabricant. En effet, les ampèremètres électrodynamiques usuels ont leur bobine fixe subdivisée en deux sections qu'on peut mettre en série ou en parallèle par un jeu de trois fiches. Si, par erreur, on retire les trois fiches à la fois, le circuit est interrompu, ce qui est dangereux pour l'appareil et même l'opérateur, si cette manœuvre est effectuée entre un transformateur d'essai à haute tension et sa mise à la terre. Dans les appareils utilisés, la bobine fixe n'est pas subdivisée, elle reste toujours en circuit. La bobine mobile comporte une résistance additionnelle en deux parties; une fiche peut court-circuiter une partie de la résistance, ce qui double le courant dans la bobine et la sensibilité de l'instrument.

Ce panneau contient aussi le relais à minimum de tension [3]) très utile pour un transformateur d'essai de câblerie dont le courant primaire est fourni par une génératrice. En effet, si la capacité du câble en essai est forte, la réaction d'induit dont l'alternateur est le siège produit un effet d'auto-excitation intense. Le courant d'excitation en charge est plus petit que celui qu'on aurait à vide pour la même tension aux bornes secondaires du transfor-

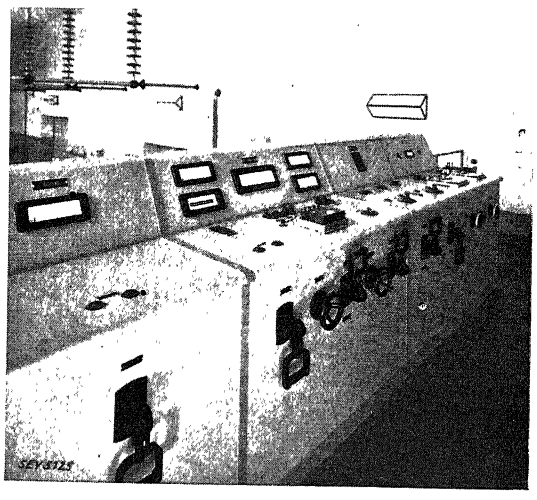


Fig. 10.
Pupitre.

mateur. Si, dans ces conditions, il se produit un claquage du câble en essai, le courant de court-circuit qui prend naissance peut être plus petit que l'intensité nécessaire pour actionner le relais à maximum du disjoncteur qui ne déclanche donc pas. Le schéma du relais à minimum de tension diffère

[3]) L. Tschiassny, Selbsttätige Abschaltung von Hochspannungsprüfanlagen beim Durchschlag des Prüfstückes, ETZ 1928, Heft 26, S. 978.

un peu de celui de Tschiassny. Un transformateur de tension 1000/500 V a son primaire relié aux bornes de l'alternateur, le secondaire étant connecté aux extrémités d'un rhéostat monté en potentiomètre. La tension réglée alimente, en passant par une résistance variable, la bobine d'un relais à minimum de tension. Un voltmètre dont l'échelle porte un seul trait correspondant à la tension de fonctionnement du relais est monté en dérivation. Quelle que soit la tension de l'alternateur, on peut, par le réglage du potentiomètre et de la résistance, obtenir aux bornes du relais la tension voulue pour qu'il attire son armature. Un circuit se ferme, allumant la lampe de contrôle. En même temps, un second contact ferme le circuit de la bobine à tension nulle du disjoncteur principal, qui peut ainsi être enclanché. Pour faciliter ce réglage, le fonctionnement du relais est commandé par un commutateur à trois positions: hors service, réglage, en service. Dans les deux premières positions, le contact du relais est court-circuité, ce qui permet d'enclancher le disjoncteur, le réglage du relais n'étant effectué qu'ensuite. Si, en cours d'essai, il se produit une chute de tension par suite de claquage du câble, le relais laisse tomber son armature, provoquant le déclanchement du disjoncteur et un contact auxiliaire met en circuit une sonnerie pour prévenir le personnel de service.

Verrouillages et dispositifs de sécurité.

Dans un laboratoire d'essai où sont utilisées des tensions de plusieurs centaines de mille volts, des mesures de sécurité sont indispensables pour éviter les accidents. Comme l'indique la description qui précède, les sectionneurs à haute tension qui relient les barres 16 kV ou 180 kV aux transformateurs d'essai sont tous munis d'un contact de mise à la terre évitant que des tensions dangereuses puissent être induites d'un système sur l'autre. De plus, un dispositif très complet de verrouillage empêche absolument d'envoyer de la tension dans une cellule dont toutes les portes ne sont pas fermées ou provoque le déclanchement immédiat, si par inadvertance quelqu'un ouvre une porte d'une cellule dont les barres sont sous tension. Ce résultat s'obtient par le schéma de la fig. 11. Les deux disjoncteurs, celui du régulateur d'induction de la station à 16 kV comme celui de l'alternateur de la station à 360 kV, possèdent une bobine à tension nulle alimentée par le secondaire d'un petit transformateur de 3 kVA, 380/125 V, sur lequel sont branchées également les lampes-témoin. Si la tension du réseau manque pour un motif quelconque, les disjoncteurs déclanchent, ainsi que celui du moteur du groupe convertisseur, évitant tout retour intempestif du courant. En outre, il suffit de déclencher le petit transformateur auxiliaire pour paralyser toute l'installation.

Toutes les portes, y compris celle de la cellule du transformateur, sont munies d'un dispositif de contact qui coupe le circuit dès que la porte s'ouvre. Tous ces contacts sont mis en série dans un circuit comprenant en outre la bobine d'un relais dit relais de verrouillage, alimenté par le secondaire du transformateur 380/125 V. Les sectionneurs à haute tension, soit à 16 kV, soit à 180 kV, actionnent dans la position «déclanché» des contacteurs qui court-circuitent les contacts des portes de la cellule correspondante. Si, par exemple, le sectionneur à 180 kV de la cellule 1 est enclanché et les deux sectionneurs à haute tension de la cellule 2 déclanchés, les contacts des portes de cette deuxième cellule sont court-circuités. Le relais de verrouillage est donc alimenté par l'intermédiaire des contacts des portes de la cellule 1 et celui de la porte de la cellule du transformateur. Toutes les portes étant fermées, le circuit est continu, le relais attire son armature et ferme le circuit d'alimentation de la bobine à tension nulle du disjoncteur de l'alternateur. Une lampe-témoin spéciale indique qu'il est prêt à enclancher. En ouvrant une des portes de la cellule 1 ou celle de la cellule du transformateur, le circuit d'alimentation de la bobine du relais de verrouillage est interrompu, il laisse tomber son armature, coupant l'alimentation de la bobine à tension nulle du disjoncteur qui déclanche immédiatement. Ce système est beaucoup plus sûr que la combinaison avec courant de déclanchement, dont le fonctionnement est empêché par une défaillance de la source de courant auxiliaire ou une interruption accidentelle du circuit.

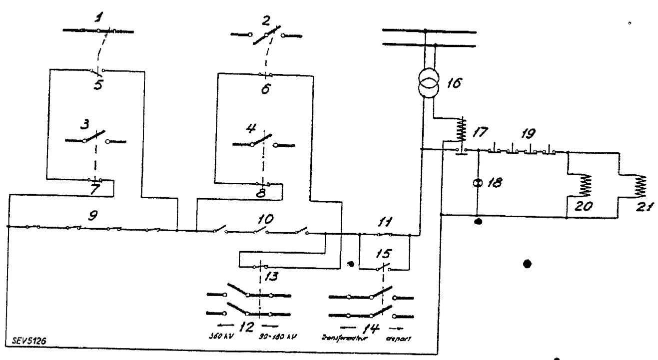


Fig. 11.
Schéma du verrouillage.

- *1* Sectionneur 180 kV de la 1[re] cellule.
- *2* Sectionneur 180 kV de la 2[e] cellule.
- *3* Sectionneur 16 kV de la 1[re] cellule.
- *4* Sectionneur 16 kV de la 2[e] cellule.
- *5* à *8* Contacteurs de verrouillage des 4 sectionneurs.
- *9* Contacts de portes de la 1[re] cellule.
- *10* Contacts de portes de la 2[e] cellule.
- *11* Contact de porte de la cellule du transformateur.
- *12* Inverseur du pupitre 360 kV ou 90—180 kV.
- *14* Inverseur du pupitre transformateur ou départ.
- *13* et *15* Contacteurs de verrouillage.
- *16* Transformateur 380/125 V, 3 kVA.
- *17* Relais de verrouillage.
- *18* Lampe-témoin.
- *19* Boutons de déclenchement.
- *20* Bobine à tension nulle du disjoncteur (station 16 kV).
- *21* Bobine à tension nulle du disjoncteur (station 360 kV).

Pour prévenir le personnel quand une cellule est sous tension, deux lanternes de signalisation superposées sont disposées en haut du grillage, à côté de chaque porte; celle d'en haut s'allume quand les barres supérieures (180 kV) sont sous tension, celle d'en bas est relative aux barres inférieures (16 kV). De même une lanterne de signalisation à deux lampes se trouve au-dessus de chacune des entrées

de l'atelier. Ces portes étant formées de deux parties, chaque moitié a son contact de verrouillage individuel. Celle de la cellule du transformateur possède aussi une lampe de signalisation et un contact de verrouillage qui entre en action dès que le transformateur est sous tension, même si aucun sectionneur à haute tension n'est enclanché. Les essais à 360 kV se faisant toujours dans la deuxième cellule, sans qu'il soit nécessaire d'enclancher le sectionneur à 180 kV, un contacteur spécial verrouille les portes dès que le transformateur est couplé pour 360 kV. Par contre, quand l'alternateur envoie son courant aux bornes des tableaux des cellules, le transformateur n'étant pas en service, il n'y a pas de haute tension et les verrouillages sont libérés. Enfin si l'on doit, pour un motif quelconque, déclancher rapidement l'un ou l'autre des transformateurs d'essai, des boutons de «déclanchement en cas de danger» sont prévus, à l'entrée, en deux points du couloir correspondant au milieu des cellules et sous le podium où se trouvent des appareils de mesure spéciaux. Chacun d'eux est surmonté d'une lampe-témoin rouge qui le rend visible lors d'essais dans l'obscurité.

Pour éviter qu'une personne entrant dans une cellule puisse refermer la porte en la poussant derrière elle, ce qui enclancherait le contact de verrouillage permettant de mettre les barres sous tension, les gâches sont d'un modèle spécial qui ne peut se fermer qu'en pesant sur la poignée. Enfin, au tableau 16 kV et au pupitre un bouton spécial actionne une trompe électrique pour prévenir le personnel avant de mettre l'installation sous tension.

Pour le laboratoire d'essai des câbles téléphoniques situé à une vingtaine de mètres de la station à 16 kV, à l'extrémité d'un corridor qui ne permet pas une visibilité suffisante, des précautions spéciales sont prises. Dans ce local même, un tableau porte deux voltmètres alimentés par un transformateur de tension 5000/150 V. Une lampe témoin reste allumée aussi longtemps que le sectionneur à 16 kV est enclanché. Un bouton mis en série avec un interrupteur rotatif permet de déclancher le disjoncteur en coupant le circuit de la bobine à tension nulle. Cet interrupteur ne reste enclanché que pendant la durée des essais, ce qui évite tout danger.

Le schéma de verrouillage est établi de façon que, dans toutes les combinaisons de fonctionnement des transformateurs d'essai, au nombre d'une vingtaine, aucune fausse manœuvre ne soit possible.

Prises de terre.

Pour mettre à la terre le manteau de plomb des câbles en essai, une barre de cuivre méplat est placée à hauteur de main à l'intérieur des cellules, portée par des isolateurs fixés à la charpente du grillage et reliée, ainsi qu'une extrémité de l'enroulement de chacun des deux transformateurs, à une prise de terre de faible résistance formée d'une plaque de cuivre enterrée dans le sol devant le laboratoire, à une profondeur où il y a toujours de l'eau. Le câble isolé y aboutissant est également relié à un fort collier de cuivre fixé à une conduite d'eau de gros diamètre. Toutes les ferrures: grillage, pupitre, tableaux, supports d'isolateurs, machines, etc. sont connectées à une seconde plaque de terre distincte de la première et enterrée aussi dans un sol humide.

Divers.

Outre l'appareillage déjà décrit et servant à la production et à la mesure de la haute tension, le laboratoire est encore équipé de divers appareils spéciaux.

Les *essais d'échauffement* de câbles et accessoires utilisent un transformateur de 15 kVA à basse tension pouvant débiter jusqu'à 3000 A.

Les mesures de *pertes diélectriques,* actuellement de pratique courante pour les câbles à haute tension, se font au moyen du pont de mesure d'après Schering. Cet appareillage, installé dans une petite chambre noire sous le podium, est relié avec le câble à essayer et le condensateur de comparaison placé dans la cellule du transformateur par des câbles spéciaux à très faible capacité.

Un oscillographe à cathode incandescente se trouve dans le même local. Par un tableau spécial de commutation, il peut être relié à diverses parties de l'installation pour observer les *courbes de tension et de courant* au primaire et au secondaire des transformateurs d'essai, ainsi que le courant et la tension d'excitation de l'alternateur. Cet appareil permet également d'étudier les décharges à haute tension; les images observées peuvent être enregistrées par des appareils photographiques spéciaux sur plaque ou sur film cinématographique.

Chaque longueur de câble sortant de fabrication passe au laboratoire pour l'essai de tension. La résistance électrique des conducteurs est mesurée ensuite, soit par un pont de Wheatstone, soit par un ohmmètre de précision à trois étendues de mesure 1,5, 0,15 et 0,015 ohm, puis la résistance d'isolement et la capacité, par comparaison avec des étalons appropriés en utilisant un galvanomètre à miroir.

Pour permettre d'exécuter facilement des essais d'échauffement, des étalonnages d'appareils ou des mesures spéciales, les diverses sources de courant du laboratoire: alternateur, excitatrice, régulateur d'induction et un groupe convertisseur à courant continu 125 V peuvent être reliées, par un tableau de couplage, avec des bornes placées sur les tableaux des cellules, ou avec des tableaux situés dans deux salles du laboratoire d'essais à courant faible. Divers câbles de mesure relient ces deux laboratoires qui communiquent entre eux par plusieurs téléphones aboutissant à une petite centrale.

Les expériences faites depuis la mise en service du laboratoire à la fin de 1933 ont montré qu'il se prête parfaitement bien au programme prévu, soit pour les essais normaux de fabrication qui se font rapidement et avec facilité, soit pour les travaux de recherches les plus divers. La marge adoptée pour les tensions et les puissances est largement suffisante.

Fournisseurs.

L'équipement du laboratoire a été livré par les maisons suivantes:

Béton armé (podium, cellule du transformateur), Oyex, Chessex & Cie, Lausanne.
Grillages métalliques avec portes, N. Lorimier, Morges.
Régulateur d'induction et transformateur 30 kVA, S. A. des Ateliers de Sécheron, Genève.
Groupe convertisseur 380 kVA, Brown, Boveri, Baden.
Transformateur d'essai 360 kV, Brown, Boveri, Baden.
Conducteurs 360 kV, Emile Haefely & Co, Bâle.
Sphères de raccordement, Emile Haefely & Co, Bâle.
Isolateurs en papier bakélisé, Emile Haefely & Co, Bâle.
Sectionneurs 180 kV, Brown, Boveri, Baden.
Barres à haute tension en tubes d'aluminium, Aluminium Contenschwil, Menziken.
Dispositif de mesure de la haute tension, Emile Haefely & Co, Bâle.
Pupitre et tableaux, Brown, Boveri, Baden.
Instruments de mesure du pupitre et des tableaux, Trüb, Täuber & Co., Zürich.
Pont de Schering, Trüb, Täuber & Co., Zürich.
Oscillographe cathodique, A. C. Cossor Ltd., Londres.

Zur Normalisierung der elektrischen Kochherde.

Von *E. von Allmen*, Rüschlikon.

621.364.5 : 389.6(494)

Nachdem die «Subkommission des SEV und VSE zur Beratung von Prüfprogrammen für Wärme- und andere Haushaltungsapparate» ein Prüfprogramm für die Prüfung elektrischer Haushaltherde aufgestellt [1]) und die Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) im Auftrage dieser Kommission Normenblätter geschaffen [2]) hat, dürfte eine kurze Schilderung des Werdeganges dieser Prüfvorschriften und ihrer Bedeutung allgemein interessieren.

Als während des Weltkrieges Gas und Kohle knapp und teuer geworden waren, gelang der allerdings vorerst zaghafte Versuch, den elektrischen Kochherd, der schon seit 1912 in wohlhabenden Kreisen Eingang gefunden hatte, auch bei den weniger bemittelten Bevölkerungsschichten einzuführen. Ums Jahr 1916 konnten einige grössere Ueberlandwerke dank vermehrter Werbearbeit und der Beschaffung geeigneterer Herde solche erstmals im ansehnlichen Umfang von vielen hundert Stück an Haushaltungen von Arbeitern und Angestellten absetzen.

Wie alles Neue bedurften auch diese einfach gebauten Kochherde der Vervollkommnung. Da in jenen Jahren häufig mit Ersatzmaterial gearbeitet werden musste, konnte man z. B. Kochplatten von 22 cm Durchmesser nicht mit einer grösseren Leistungsaufnahme als 1200 Watt herstellen und zudem liess deren Lebensdauer oft zu wünschen übrig. Als man dann später leistungsfähigere und dauerhaftere Platten bauen konnte, wurde als besonderer Mangel empfunden, dass es nicht möglich war, diese neuen Kochplatten einfach in die vorhandenen Herde einzusetzen. Ferner waren die Kochherde nur mit einpoligen 3-Stufen-Schaltern ausgerüstet. Bei Gewittern musste man wegen der auftretenden Ueberspannungen mit Kochplattendefekten rechnen, wenn nicht vor dem Herd ein allpoliger Hauptschalter installiert war, der auch wirklich regelmässig bedient wurde. Im weitern waren bei den Backofenherden die Innenmaße der Backöfen von Fabrikat zu Fabrikat verschieden, was den Nachteil hatte, dass für jedes Fabrikat besondere Kuchenbleche verschiedener Dimension extra angefertigt und auf Lager gehalten werden mussten. Diese, wenn auch zum Teil nur kleinen Mängel veranlassten schon frühzeitig einzelne Werke, vorerst jedes für sich allein, mit den Herdfabrikanten wegen der Vereinheitlichung und Verbesserung der Herde in Verbindung zu treten; sie konnten aber mit ihren Vorschlägen meistens nicht oder nur ungenügend durchdringen. Beamte der Installationsabteilungen einiger Ueberlandwerke (BKW, CKW und EKZ) stellten daher im Jahre 1925 gemeinsam Richtlinien für die Normalisierung des elektrischen Haushaltherdes auf, und es gelang ihnen im Frühjahr 1928 nach langwierigen Unterhandlungen mit Unterstützung weiterer für die Normalisierung sich interessierender Werke, mit den Schweizer Fabrikanten ein Abkommen zu treffen. Dieses schuf in der Hauptsache folgenden Verbesserungen Bahn:

Die Kochplatten, und zwar bei Bedarf auch solche verschiedenen Fabrikates, können von der Hausfrau selber ausgewechselt werden, da die Dimensionen der Plattendurchmesser, die Anordnung und Dicke der Stiften und ferner das Schaltungsschema aller Platten nun übereinstimmen. Dadurch fällt ein namhafter Teil der Kosten für die Auswechslung von Platten (Arbeits- und Reisezeit des Monteurs) weg; neue Plattenkonstruktionen, z. B. die neuen Hochleistungskochplatten, können also ohne weiteres in normalisierte Herde eingesetzt werden. Kochplattendefekte infolge Gewitterstörungen sind dank der Verwendung doppelpoliger Stufenschalter gänzlich verschwunden und der Hauptschalter vor dem Herd ist nicht mehr nötig. Der 4-Stufen-Schalter ermöglicht eine bessere Kochplattenregulierung und ein sparsameres Fortkochen auf der niedrigsten Stufe. Auch die Qualität der Schalter wurde verbessert [3]). Die Normung des Backofens brachte die Erleichterung, dass nur noch eine Kuchenblechgrösse für den Drei- und Vierplattenherd und eine solche für den Zweiplattenherd geführt werden muss. Auch in backtechnischer Beziehung, insbesondere durch Verkürzung der Aufheizzeit, wurde der Backofen verbessert. Das normalisierte Anschlussklemmenbrett für Backofenherde ermöglicht ein einfaches Umschalten des Herdes für Ein-, Zwei- und Dreiphasenstromanschluss mit oder ohne Nullleiter.

Die genannten Verbesserungen dürfen als grossen Fortschritt im Bau elektrischer Herde bezeichnet werden, und dies ist um so erfreulicher, als es gelungen ist, diese Verbesserungen ohne Preiserhöhung zu erwirken. Die Vereinheitlichung ohne Verteuerung des Herdes trug nicht wenig zu seinem Siegeszug sowohl in Haushaltungen mit grossen Ansprüchen als auch in solchen weniger bemittelter Familien bei.

Obwohl es sich bei den angeführten Normalisierungen nur um interne Abmachungen zwischen wenigen Werken einerseits und den in Betracht kommenden Schweizer Fabrikanten anderseits handelte, dienten sie im Jahre 1930, als der VDE an die Normung elektrischer Herdeinsätze herantrat, auch diesem Verband als Grundlage (siehe ETZ 1930, Nr. 8).

Im April 1931 konnten die Herdnormen unter Mithilfe weiterer Werke noch mehr ausgebaut werden, und es wurden mit den Fabrikanten gleichzeitig einige Verbesserungen in sicherheitstechnischer Beziehung vereinbart.

Nachdem diese intern getroffenen Abmachungen sich im Laufe der Jahre eingelebt und allgemeine Anerkennung gefunden hatten, trat der SEV anfangs 1933 an die Aufstellung eines Prüfprogrammes für elektrische Haushaltherde heran und beauftragte gleichzeitig die Schweiz. Normen-Vereinigung (SNV), die bestehenden Normenblätter zu überarbeiten, bzw. allgemein gültige Normenblätter zu schaffen und diese herauszugeben. Beide Arbeiten sind nun vollendet (siehe Fussnoten 1 und 2).

[1]) Bull. SEV 1936, S. 35 und 36; als Publikation Nr. 126 zu beziehen beim Generalsekretariat des SEV und VSE.

[2]) Normblätter Nr. SNV 24 430 bis 24 436 zu beziehen bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Lavaterstrasse 11, Zürich 2.

[3]) Einführung des Qualitätszeichens des SEV für Kochherdschalter auf Grund der Schalternormalien des SEV.

Brandursachen an elektrischen Heizkissen.

Mitgeteilt von der *Materialprüfanstalt des SEV.*

621.364.5 : 644.194.0046

In der letzten Zeit wurden in der Materialprüfanstalt des SEV mehrere versengte Heizkissen zwecks Feststellung der möglichen Brandursachen untersucht. Diese Kissen stammten aus Privathäusern, wo sie meist nur kleineren Schaden an der Bettwäsche verursacht hatten, weil die Ueberhitzung des Heizkissens noch rechtzeitig festgestellt und dadurch ein grösserer Schaden vermieden werden konnte. Als Mängel, die zu einer Ueberhitzung eines Heizkissens führen können, kommen in Betracht:

a) bei der Herstellung fehlerhafte Konstruktion oder Materialfehler (falsche Anordnung der die Temperatur begrenzenden Vorrichtungen, ungeeignete Schaltung, nicht genügende Isolation der Heizkordel, so dass unter gewissen Umständen die Ueberbrückung eines Teils der Heizwicklung möglich wird, spezifisch überlastete Heizkordel u. a. m.),

b) unsachgemässe Verwendung des Heizkissens,

c) Fehler, verursacht durch unsachgemäss ausgeführte Aenderungen oder Reparaturen an Heizkissen.

Die unter unsachgemässe Verwendung des Heizkissens fallenden Ursachen von Heizkissen-Bränden können anhand des defekten Heizkissens in den wenigsten Fällen einwandfrei festgestellt werden. Immerhin zeigten einige versengte Kissen eine deutliche Verlagerung der Heizkordel, was darauf schliessen lässt, dass vor oder während der Zerstörung das Kissen nicht flach ausgebreitet war. Eine lokal begrenzte Brandstelle an einem Kissen liess vermuten, dass das Kissen beim Defektgehen nur teilweise bedeckt war. Die Temperaturbegrenzungsvorrichtungen befanden sich in dem Teil des Kissens, der frei lag und somit einer vermehrten Abkühlung ausgesetzt war. Da sich die unmittelbare Umgebung des Temperaturreglers nicht überhitzte, konnte der besser wärmeisolierte Teil des Kissens verbrennen, ohne dass die Temperaturbegrenzungsvorrichtungen eine weitere Beheizung des Kissens verhindert hätten. Dieser Sachverhalt wurde auch vom Besitzer des Heizkissens bestätigt. Es ist daher darauf zu achten, dass ein Heizkissen nur flach ausgebreitet und gleichmässig wärmeisoliert bzw. zugedeckt verwendet wird. Es ist aber auch bei der Anordnung der Temperaturbegrenzungsvorrichtungen im Heizkissen zu beachten, dass nach Möglichkeit eine lokale Ueberhitzung des Kissens verunmöglicht wird.

Mehrere Heizkissen zeigten trotz normal funktionierenden Temperaturreglern starke Brandspuren. In diesen Fällen war auf der kleinsten Heizstufe keine Temperaturbegrenzungsvorrichtung in den Stromkreis eingeschaltet. Bei Laboratoriumsversuchen konnte festgestellt werden, dass selbst bei kleinen Heizleistungen in der Grössenordnung von nur 10 W an gut wärmeisolierten Heizkissen bei Betriebsdauer von mehreren Stunden gefährlich hohe Temperaturen auftreten, wenn keine Unterbrechung der Energiezufuhr durch Reguliervorrichtungen erfolgte. Bei den verbrannten Heizkissen war der Heizdraht auf eine Asbestschnur gewickelt, während diese Kordel jedoch nicht immer mit einer Asbestisolierung versehen war. Somit konnte u. U. beim Falten oder Zusammenstossen des Kissens ein Teil des Heizwiderstandes überbrückt und dadurch die Leistungsaufnahme vergrössert werden. Aus diesen Gründen müssen die Temperaturbegrenzungsvorrichtungen auf allen Heizstufen in den Stromkreis eingeschaltet sein. Es sei hier auf die «Anforderungen an elektrische Heizkissen» hingewiesen, die von der Verwaltungskommission des SEV und VSE auf 1. Januar 1936 in Kraft gesetzt wurden [1]). Neben Temperaturreglern werden in Heizkissen auch Schmelzsicherungen verwendet, die bei Ueberhitzung einen dauernden Unterbruch im Heizstromkreis herbeiführen sollen. In einem versengten Heizkissen hatten sich Teile einer solchen Schmelzsicherung beim Abschmelzen gelöst, die die Unterbrechungsstelle wieder überbrückten. Die ganze Vorrichtung war dadurch wertlos gemacht.

Bei der Ausführung von Reparaturen an Heizkissen, wie Auswechseln von Schaltern oder Zuleitungen, Reparaturen an Reglern oder Veränderung des Heizwiderstandes bei Spannungsumbau von Verteilnetzen können leicht Fehler entstehen, wenn diese Aenderungen nicht von sachkundigem Personal vorgenommen und einer genauen Kontrolle unterworfen werden. Als Beispiel sei hier nur erwähnt, dass in einem verbrannten Heizkissen die Temperaturbegrenzungsvorrichtungen durch unrichtig ausgeführte Anschlüsse im Regulierschalter kurzgeschlossen waren. Da in diesem Falle auf keiner Heizstufe eine Temperaturreguliervorrichtung im Heizstromkreis wirksam eingeschaltet war, musste das Kissen unfehlbar überhitzt werden. Der ursprünglich in der Anschlussleitung eingebaute Schalter war unsachgemäss durch einen nicht gleichartigen Schalter ersetzt und damit die Fehlschaltung herbeigeführt worden. Diese und ähnliche Feststellungen veranlassen uns, mit Nachdruck darauf hinzuweisen, dass Reparaturen an Heizkissen nur von der Herstellerfirma ausgeführt werden sollen. Dieser auch für andere elektrische Apparate gültigen Weisung sollte schon deshalb volle Beachtung geschenkt werden, weil die elektrischen Geräte die Fabrikmarke tragen und daher die Beurteilung und u. U. die Verantwortung bei Störungen auf den Hersteller zurückgehen.

Die Untersuchungen an den verbrannten Heizkissen bestätigten auch die Richtigkeit der in den erwähnten «Anforderungen» aufgestellten Bedingungen und Prüfmethoden, nach welchen die Prüfungen von neuen Heizkissen in der Materialprüfanstalt des SEV durchgeführt werden.

Die elektrischen Heizkissen leisten bei vielartigen Erkältungskrankheiten vorzügliche Dienste; sie können aber, weil in einer brandgefährlichen Umgebung zur Anwendung kommend, zu einer Gefahr für Personen und Sachen werden. Beim Ankauf eines elektrischen Heizkissens ist daher weniger auf den Preis als vielmehr auf ein bewährtes Fabrikat zu achten, wobei Heizkissen ohne Fabrikmarke von vornherein von der Hand zu weisen sind.

[1]) Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 1.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Ein neuer Tonschreiber, das Magnetophon.

621.395.625.3 : 681.847.2

Die drei Möglichkeiten, Töne aufzunehmen und wiederzugeben, nämlich das Nadelton-, das Lichtton- und das Magnetton-Verfahren, unterscheiden sich sowohl hinsichtlich des Schallträgers als auch in bezug auf die Art der Tonaufzeichnung. Beim Nadelton werden die Schallrillen mit Hilfe eines feinen Stiches in den Schallträger (Wachs, Gelatine) eingeschnitten; beim Lichtton werden entweder die von den Schallwellen gesteuerten Helligkeitsunterschiede einer Lichtquelle oder die Richtungsänderungen eines Lichtstrahles auf dem lichtempfindlichen Material aufgezeichnet; beim Magnettonverfahren wird ein magnetisierbares Metallband im Rhythmus der Sprache magnetisiert.

Um die Jahrhundertwende benutzte der Däne Poulsen das Prinzip der magnetisch-elektrischen Tonaufzeichnung. Er fand, dass ein an einem Elektromagneten (Sprechkopf) vorbeigezogener Stahldraht Magnetisierungen erhält, die dem Strom in dem Elektromagneten entsprechen. Zieht man den Draht an einem zweiten Elektromagneten (Hörkopf) vorbei, so werden in diesem Spannungen induziert, die den auf dem Draht zurückgebliebenen Magnetisierungen und somit auch dem ursprünglichen Strom entsprechen; sie werden durch Kopfhörer oder durch Lautsprecher hörbar gemacht. Durch das Durchziehen des besprochenen Stahltonträgers durch ein gleichbleibendes Magnetfeld von bestimmter Stärke wird das aufgezeichnete Gespräch gelöscht und damit der Stahlträger wieder für eine neue Aufzeichnung verwendbar gemacht.

Die Stahldrahtmethode ergibt aber keine ganz befriedigende Wiedergabe.

Neuerdings wurde ein neues Magnettongerät entwickelt, das *Magnetophon*, das einen Schallträger nach Pfleumer benützt. Der Schallträger besteht hier aus einem dünnen Film,

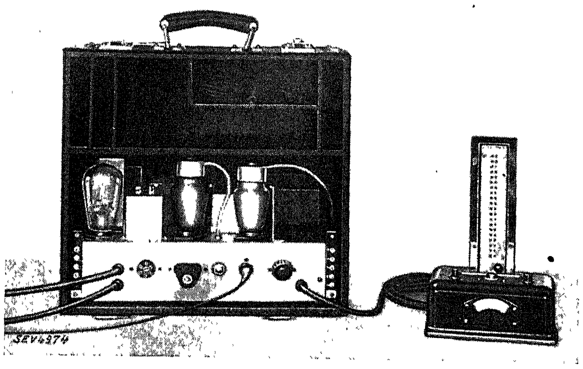


Fig 1.
Verstärker und Mikrophon des AEG-Magnetophons.

auf den feinverteiltes Eisenpulver in dünner Schicht aufgebracht ist. Der Film ist 6,5 mm breit und hat eine Dicke von 50 mμ. Dieser Tonträger ist viel leichter als Stahlband und beansprucht einen Bruchteil des früher nötigen Platzes; ähnlich verhält es sich mit den Kosten. Eine Filmspule für 25 Minuten Aufnahmedauer hat einen Durchmesser von 30 cm und wiegt etwa 1 kg; die zugehörige Länge des Filmes beträgt 1500 m (1 Meter pro Sekunde Gesprächsdauer).

Das Magnetophon besteht aus den Hauptelementen Mikrophon mit einem Zweiröhrenverstärker (Fig. 1), einem Teil, der Lösch-, Sprach- und Hörkopf enthält, und dem dyna-

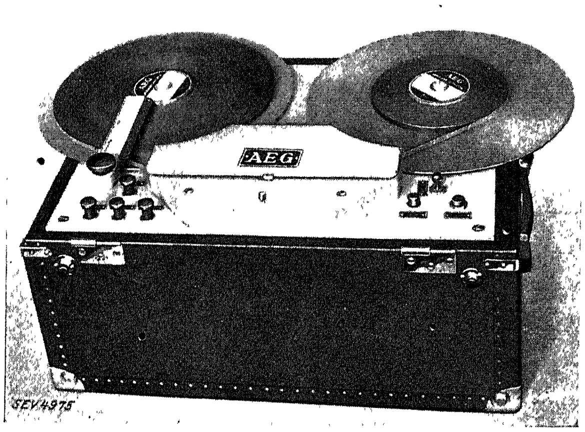


Fig. 2.
Magnetophon. Koffergerät betriebsfertig.

mischen Lautsprecher in Verbindung mit dem Verstärker. An das Laufwerk, das das Eisenband am Sprech- bzw. Hörkopf vorbeizieht, werden in bezug auf gleichmässigen und ruhigen Lauf besonders hohe Anforderungen gestellt, weil die Zerreissfestigkeit des Magnetophonbandes weit geringer ist als die des Stahldrahtes oder Stahlbandes. Das schliesslich hierfür konstruierte Laufwerk ist so gebaut, dass von einem Spulenteller, der den Vorratsfilm trägt, der Film über einen *Gleichlaufantrieb* während der Aufnahme auf einen gleichen zweiten Spulenteller mit der Geschwindigkeit von etwa 1 m/s umgespult wird. Ist die Aufnahme erfolgt, so kann das Band jederzeit unter Ausschaltung des Gleichlaufes mit etwa sechsfacher Geschwindigkeit zurückgespult werden. Anschliessend kann die ganze Aufnahme abgehört werden, wobei die Laufeinrichtung wieder genau so arbeitet wie bei der Aufnahme.

Das Kohlemikrophon wird im allgemeinen aus ½ bis 2 m Entfernung besprochen. In besonderen Fällen können mehrere Mikrophone benutzt werden. Auch die lebhafteste Unterhaltung kann ohne jede Schwierigkeit aufgenommen werden. Zur Aufnahme von Reden usw. eignet sich dieser Apparat

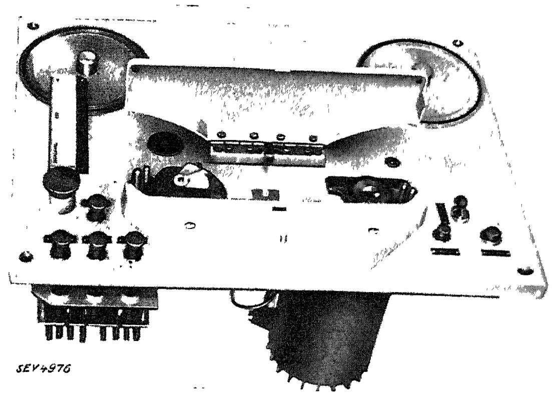


Fig. 3.
Magnetophon ohne Koffer.

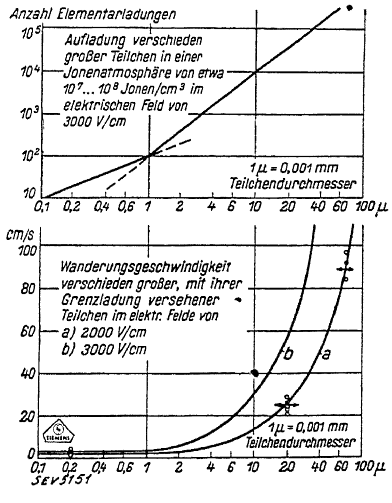
vorzüglich; der aufgenommene Klang bleibt jahrelang erhalten.

Die Theorie der magnetischen Schallaufzeichnung findet sich in ETZ 1935, Heft 45, S. 1219. S.

Das Elektro-Filter. 621.359.4

Zur Verminderung der in vielen Industriezweigen unvermeidlichen, oft mit erheblichen Wertverlusten verbundenen Staub- und Rauchentwicklung wurden in neuerer Zeit mit Erfolg Elektrofilter verwendet.

Diese Filter bestehen im wesentlichen aus einem kastenförmigen, durchgehenden Behälter mit eingebauten Niederschlags- und Sprühelektroden. Die ersten können als Blechrohre von ca. 300 mm Durchmesser und 3 bis 5 m Länge, gewellte oder glatte Blechplatten, oder als schmale, mit Fangtaschen versehene Blechgefässe ausgebildet sein. Die



a

b

Fig. 1.
Aufladung und Wanderungsgeschwindigkeit verschieden grosser Staubteilchen im elektrischen Sprühfeld.

Sprühelektroden, aus dünnen Drähten, Ketten, Bändern oder Profilstäben hergestellt, sind in den Axen der Rohre oder zwischen den Platten parallel zum Gasstrom angeordnet.

Zum Betrieb der Filter wird hochgespannter Gleichstrom von 40 bis 70 kV zwischen den Elektroden verwendet. Die Stromstärke beträgt dann etwa 5 bis 10 mA bei kleineren, und 200 bis 500 mA bei sehr grossen Anlagen. In der näch-

sten Umgebung der Sprüheelektroden wird das Gas ionisiert. Die positiven Ionen wandern sofort zur negativen Sprühelektrode, wo sie ihre Ladung abgeben. Die negativen Ionen dagegen füllen den ganzen Elektrodenraum als Raumladung und fliegen unter dem Einfluss der hohen Feldstärke mit grosser Geschwindigkeit zur Niederschlagselektrode, unterwegs die im Gas schwebenden Staubteilchen aufladend. Diese wandern ebenfalls zur Niederschlagselektrode, wo sie abfallen oder mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung in darunter befindliche Gefässe abgeschüttelt werden. In einem

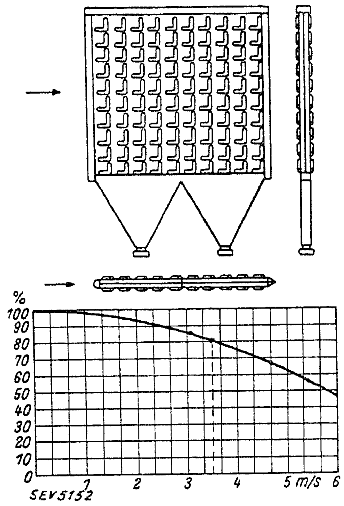


Fig. 2.

Entstaubungsgrad einer Fangtaschen-Hochleistungs-Niederschlagelektrode in Abhängigkeit von der Gasgeschwindigkeit.

Feld von 3 kV/cm beträgt die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen bei Luft etwa 65 m/s und steigt bei Wasserstoff unter gleichen Verhältnissen bis auf 250 m/s. Schlechte elektrische Leitfähigkeit des Staubes kann allerdings zu sehr hohen Flächenladungen in Staubschichten, die unter Umständen an der Niederschlagselektrode haften und damit zu ungünstigen Filterwirkungen führen. Diesem Umstand kann aber z. B. durch künstliche Erhöhung der relativen Gasfeuchtigkeit begegnet werden.

Aus Fig. 1a und 1b geht hervor, dass gröbere Staubteilchen entsprechend ihrer höheren Ladung schneller wandern

Ungefähre Korndurchmesser verschiedener Staubarten in mm. Tabelle I.

Staubart	Durchmesser mm	Staubart	Durchmesser mm
Braunkohlen-Flugasche	0,20 ... 0 04	Zinkoxyd	0,03 ... 0,0005
Braunkohlen-Brüdenstaub	0,20 ... 0 04	Schwefelsäure-Endgasnebel	0,02 ... 0,001
Zement	0,10 ... 0,005	Ammoniumchlorid	0,05 ... 0 0005
Steinkohlenstaub-Flugasche	0,07 ... 0,005	Oelnebel	0.001 ... 0,00006
Braunkohlen-Innenentstaubung	0,06 ... 0,001	Russ. aus Oelverbrennung	0,001 ... 0,00001
Gichtstaub	0,05 ... 0,001	Tabakrauch	0,0005 ... 0,00001

und sich deshalb besser abscheiden lassen als feinere. Der Entstaubungsgrad z. B. eines Plattenelektrofilters kann mit Hilfe folgender Formel gefunden werden.

$$\eta = 1 - e^{-w \frac{l}{v \cdot S}}$$

Darin bedeuten η den Entstaubungsgrad, w die Wanderungsgeschwindigkeit der Staubteilchen, l die Elektrodenlänge, v die Gasgeschwindigkeit, S den Abstand zwischen Sprüh- und Niederschlagselektrode. Die Grenzladung wird in ca. 0,1 bis 0,2 s erreicht. Tabelle I gibt einen Ueberblick über in der Praxis vorkommende Korndurchmesser verschiedener Staubarten.

Als besonders geeignet erwiesen sich kastenförmige, mit Fangtaschen versehene Elektroden nach Fig. 2 und 3, eine Gasgeschwindigkeit von 3,5 m/s und eine Elektrodenlänge von nur 1 m. Aehnliche Anlagen wurden schon gebaut bis zu Leistungen von 1 000 000 m³/h Rauchgas in einer Einheit.

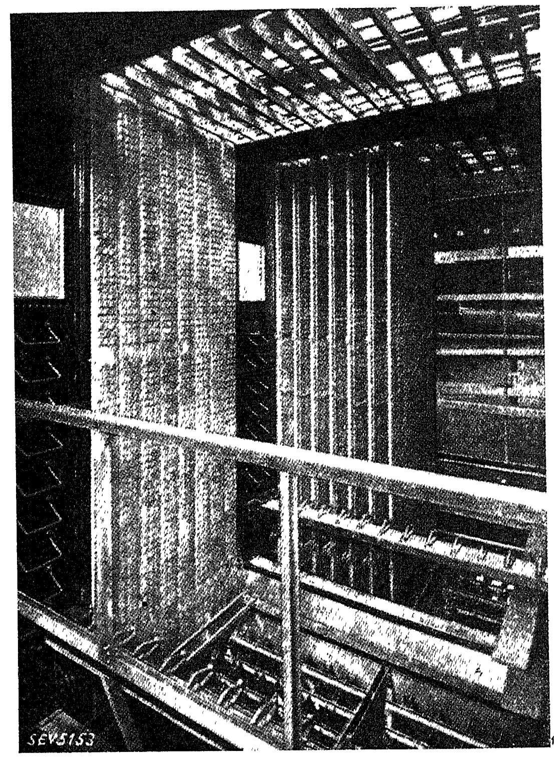


Fig. 3.
Rauchgaselektrofilter für 360 000 m³/h mit Hochleistungs-Niederschlagelektroden im Aufbau.

Geringer Zugverlust von 2 bis 5 mm WS., niedriger Energieverbrauch von 0,05 bis 0,5 kWh/1000 m³ Gas, Verwendbarkeit bis zu Temperaturen von 500° C, geringer Verschleiss und niedrige Bedienungskosten, grosse Betriebssicherheit und hoher Entstaubungsgrad bis über 98 %, sind die besonderen Vorzüge der Elektrofilter. *E. H. S.*

Ein direkt zeigender Frequenzmesser mit grossem Messbereich.

(Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 1.)

Berichtigung.

Auf Seite 14 sind in Fig. 2 Anode und Kathode der Röhre 3 zu vertauschen.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Grundsätze für die Anwendung des Pendelrückkopplungsempfängers (PRE).

621.396.621.52

Das Prinzip des Pendelrückkopplungsempfängers [1]) beruht, allgemein gesagt, auf einer periodisch wechselnden Dämpfung und Entdämpfung, die meistens durch Ueberlagerung einer niederfrequenten Wechselspannung von der Pendelfrequenz f_p ($T_p = \frac{1}{f_p}$) über die Gitterspannung der Eingangsröhre oder aber auch durch periodische Aenderung der Anodenspannung erzeugt werden kann. Fig. 1 veranschau-

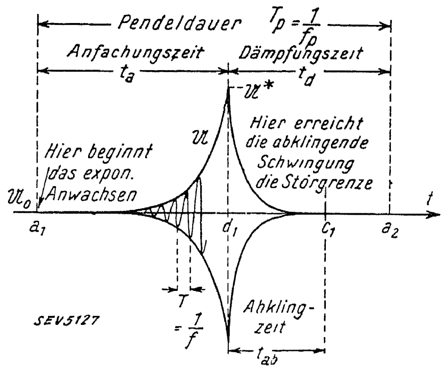


Fig. 1.

Verlauf des Anfachungsvorganges bei der Pendelrückkopplung.

licht den Vorgang. Die im Empfänger anfänglich vorhandene Schwingungsamplitude $\mathfrak{U}_0$ schaukelt sich während der Anfachungszeit t_a zu $\mathfrak{U}^*$ auf. In der darauffolgenden Dämpfungszeit t_d sinkt sie wieder bis auf den Anfangswert $\mathfrak{U}_0$ herab. Ist dies nicht der Fall, so tritt sogenannte Kohärenz ein. Im folgenden wird zunächst Inkohärenz vorausgesetzt.

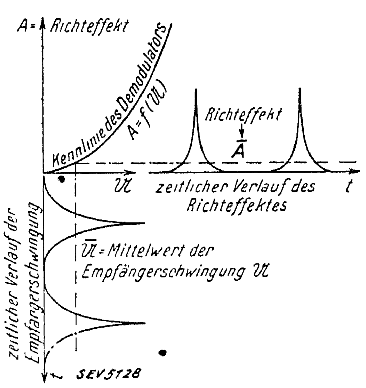


Fig. 2.

Bildung des Mittelwertes der Empfängerschwingung durch den Demodulator.

Den Mechanismus der *Hochfrequenzverstärkung* veranschaulicht Fig. 2. Man kann sie sich in zwei Schritten vollzogen vorstellen. 1. Das ankommende Signal der Feldstärke $\mathfrak{E}$ erzeugt die Anfangsamplitude $\mathfrak{U}_0$. 2. $\mathfrak{U}_0$ wird zu $\overline{\mathfrak{U}}$, dem Mittelwert [2]) von $\mathfrak{U}$ verstärkt. Die erzeugte Hochfrequenzverstärkung ist deshalb durch den Verstärkungsfaktor $\frac{\overline{\mathfrak{U}}}{\mathfrak{U}_0}$ gegeben. Die nach plötzlicher Entdämpfung entstehende anklingende freie Schwingung verläuft nach dem Gesetz:

$$u = \mathfrak{U}_0 \, e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\frac{t}{T}} \cdot \sin 2\pi f t$$

ϱ_a = Resonanzschärfe bei Entdämpfung

u = Wechselspannung am Anodenwiderstand der ersten Röhre zu irgendeiner Zeit t. Die Ausbildung der Anfangsamplitude $\mathfrak{U}_0$ wurde von Roosenstein [3]) beschrieben. Danach gilt die Beziehung:

$$\mathfrak{U}_0 = \mathfrak{U}_d - \mathfrak{U}_a = \mathfrak{U}_d - |\mathfrak{U}_a|$$

$\mathfrak{U}_d$ bedeutet dabei die vom Signal erzwungene Schwingung vor und $\mathfrak{U}_a$ die erzwungene Schwingung nach erfolgter Entdämpfung. $\mathfrak{U}_a$ besitzt gegenüber $\mathfrak{U}_d$ eine Phasendifferenz von $\frac{\pi}{2}$, wenn Sender- und Empfänderfrequenz genau übereinstimmen. In diesem Fall gelten noch die Gleichungen

$$\mathfrak{U}_d = \varrho_d \cdot \mathfrak{E} \qquad \mathfrak{U}_a = \varrho_a \cdot \mathfrak{E}$$

ϱ_d und ϱ_a sind die nach Barkhausen definierten Resonanzüberhöhungen [4]). Die gesamte wirksame Resonanzüberhöhung ϱ_{eff} wird dann

$$\varrho_{eff} = \frac{\mathfrak{U}_0}{\mathfrak{E}} = \varrho_d - \varrho_a = \varrho_d + |\varrho_a|$$

Bei der nachfolgenden Entdämpfung nach der Dämpfungszeit t_d ist noch eine Restamplitude

$$\mathfrak{U}_r = \mathfrak{U}^* e^{-(\pi/\varrho_d)\,(t_d/T)}$$

vorhanden. Sinkt diese unter den Störpegel, so tritt dennoch keine Kohärenz ein [4]).

Die Entdämpfung erfolgt in Wirklichkeit nicht sprunghaft, wie bisher zur Vereinfachung angenommen, sondern

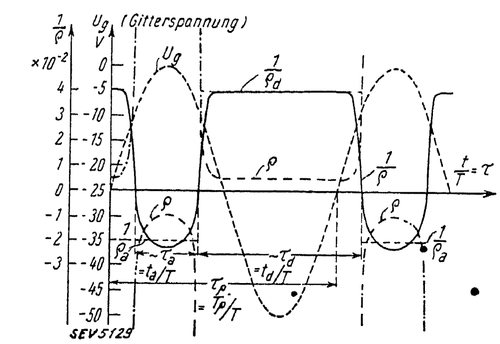


Fig. 3.

Zeitlicher Verlauf von ϱ bei allmählicher Entdämpfung.

kontinuierlich. Der Verlauf von ϱ kann berechnet werden [5]). Er ist aus Fig. 3 ersichtlich. Man sieht daraus, dass endliche Zeiten extrem hoher Resonanzüberhöhung auftreten, was eine Vergrösserung von ϱ_{eff} bewirkt.. Es gilt dann angenähert

$$\varrho_{eff} = \varrho_d - \varrho_a + \pi \frac{t_0}{T}$$

wo t_0 die Zeit der extrem hohen Resonanzüberhöhung und $T = \frac{1}{f}$ die Dauer einer Hochfrequenzschwingung darstellt.

Für die Hochfrequenzverstärkung ergeben sich zwei für den PRE typische Arbeitsbereiche. Im «*K-Bereich*» wachsen die Schwingungen nicht bis zur vollen Sättigungsamplitude $\mathfrak{U}_s$ an, d. h. die Anfangsamplitude $\mathfrak{U}_0$ bleibt kleiner als ein bestimmter willkürlich einstellbarer Wert

$$\mathfrak{U}_{0s} = \mathfrak{U}_s \cdot e^{\pi/\varrho_a \cdot t_a/T}$$

[1]) E. H. Armstrong, L'Onde électr. 1922.

[2]) Auf dem Umweg über die den Empfänger charakterisierende Demodulationskurve $A = f(\mathfrak{U})$. Der Mittelwert $\overline{A}$ des Richteffektes A (etwa mit Hilfe eines Thermogalvanometers im Anodenkreis der Endröhre gemessen) entspricht dann rückwärts wieder einem Mittelwert $\overline{\mathfrak{U}}$ der Empfängerschwingung $\mathfrak{U}$ im Gitterkreis der ersten Niederfrequenzverstärkung bzw. Gleichrichterröhre.

[3]) H. O. Roosenstein, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Bd. 42 (1933), S. 85; Referat hierüber s. Bull. SEV 1935, Nr. 17, S. 485.

[4]) Vergl. K. Barkhausen, Elektronenröhren, Bd. 1, 4. Aufl. S. 137.

[5]) Kautter, ENT, Bd. 10 (1933), S. 199.

der sich in der Zeit t_a eben bis zur Amplitude $\mathfrak{U}_s$ aufschaukeln würde. Für den Mittelwert der Empfängerschwingung $\overline{\mathfrak{U}}$ und den Verstärkungsfaktor V ergeben sich dann die folgenden Grössen:

A. Für lineare Demodulation $A = a\,\mathfrak{U}$

$$\overline{\mathfrak{U}} = \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p} \cdot \mathfrak{U}_0 \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\tau_a} \qquad V = \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p} \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\tau_a}$$

B. Für quadratische Demodulation $A = \mathfrak{E} \cdot \mathfrak{U}^2$

$$\overline{\mathfrak{U}} = \sqrt{\frac{\varrho_d - \varrho_a}{2\pi\,\tau_p}}\,\mathfrak{U}_0 \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\cdot\tau_a}$$

$$V = \sqrt{\frac{\varrho_d - \varrho_a}{2\pi\,\tau_p}}\;e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\tau_a}$$

Die grösstmögliche Verstärkung im *K*-Gebiet entsteht dann, wenn die Störamplitude $\mathfrak{U}_{sto}$ bis zum Sättigungswert $\mathfrak{U}_s$ angefacht wird.

$$V_{\max} = \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p} \cdot \frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_{sto}} \text{ für linear D}$$

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p} \cdot \frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_{sto}}}\,, \text{ für Quadr. D.}$$

Im *L-Bereich* befindet man sich, wenn $\mathfrak{U}_0 > \mathfrak{U}_{sto}$. Die Endamplitude bleibt in diesem Fall immer dieselbe, unabhängig von $\mathfrak{U}_0$. Vergrösserung von $\mathfrak{U}_0$ bewirkt lediglich eine Verschiebung der Anschwingkurve nach links, d. h. eine Verfrühung des Anschwingvorgangs. Für $\overline{\mathfrak{U}}$ und V ergeben sich folgende Ausdrücke:

A. für lineare Demodulation:

$$\overline{\mathfrak{U}} = \frac{1}{\tau_p} \cdot \mathfrak{U}_s \left[\tau_a + \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi} + \frac{\varrho_a}{\pi} \ln \frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_0}\right] \quad V = \frac{1}{\tau_p}\,\frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_0}\left[\cdots\right]$$

B. Für quadratische Demodulation:

$$\overline{\mathfrak{U}} = \mathfrak{U}_s \sqrt{\frac{1}{\tau_p} \cdot \left[\tau_a + \frac{\varrho_d - \varrho_a}{2\pi} + \frac{\varrho_a}{\pi} \cdot \ln \frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_0}\right]}$$

$$V = \frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_0}\sqrt{\frac{1}{\tau_p}\left[\cdots\right]}$$

wo

$$\tau_a = \frac{t_a}{T};\ \tau_d = \frac{t_d}{T};\ \tau_p = \frac{t_p}{T} = \frac{f}{f_p} = \tau_a + \tau_d$$

T_a ist also die Anzahl von anklingenden, T_d die Anzahl der abklingenden hochfrequenten Schwingungen der Frequenz f und der Schwingungsdauer T.

Der Empfänger bei Inkohärenz der Anschwingvorgänge.

Bei Inkohärenz sind für den Endwert, zu dem sich die Schwingungen aufschaukeln, nur die Anfangsamplitude $\mathfrak{U}_0$ und die Störamplitude $\mathfrak{U}_{sto}$ massgebend. Den besten Arbeitspunkt entnimmt man aus der Modulationskennlinie $\overline{A} = f$ ($\ln \mathfrak{U}_0$) beim Maximum der Steilheit. Die Steilheiten S_M sind folgende:

K-Bereich.

A. Für lineare Demodulation:

$$S_{MK} = a \cdot \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p}\mathfrak{U}_0 \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\cdot\tau_a}$$

B. Für quadratische Demodulation:

$$S_{MK} = b \cdot \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p}\,\mathfrak{U}_0^2\,e^{-\frac{2\pi}{\varrho_a}\tau_a}$$

Uebergang K—L-Gebiet.

A. Für lineare Demodulation:

$$S_{MK\max} = a \cdot \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p}\,\mathfrak{U}_s$$

B. Für quadratische Demodulation:

$$S_{MK\max} = b \cdot \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p}\,\mathfrak{U}_s^2$$

L-Gebiet.

A. Für lineare Demodulation:

$$S_{ML} = -\,a\,\mathfrak{U}_s\,\frac{\varrho_a}{\pi\,\tau_p}$$

B. Für quadratische Demodulation:

$$S_{ML} = -\,b \cdot \frac{\varrho_a}{\pi\,\tau_p}\,\mathfrak{U}_s^2$$

S_M wächst demnach im *K*-Gebiet mit $\mathfrak{U}_0$ an, erreicht mit $\mathfrak{U}_0 = \mathfrak{U}_{0s}$ ein Maximum kurz vor dem Uebergang ins *L*-Gebiet. Dort bleibt sie konstant, aber kleiner als das Maximum. Die Steilheit besitzt demnach eine Unstetigkeit (Knick in den $\overline{A}$-Kurven, s. Fig. 4). Im *K*-Gebiet verhält sich der Empfänger normal, die Lautstärke $\Delta\overline{A} = \Delta \ln \mathfrak{U}_0 \cdot S_M$ wächst mit der Signalstärke $\mathfrak{U}_0$. Im *L*-Gebiet ist dagegen wegen der konstanten Steilheit die Lautstärke unabhängig von der Signalstärke, was einer automatischen Fadingregulierung gleichkommt [3]). In Fig. 4 sind experimentell aufgenommene

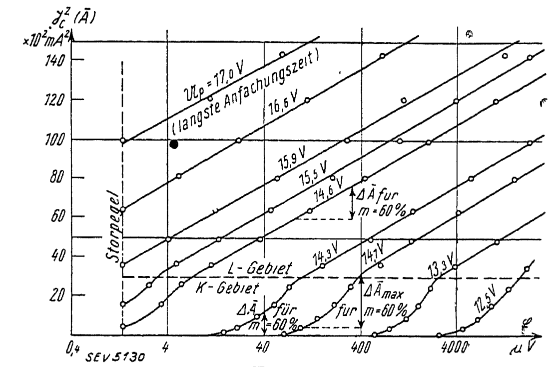


Fig. 4.
Modulationskennlinien bei verschiedenen Anfachungszeiten.

Modulationskennlinien gezeichnet. Die einzelnen Kurven sind mit verschiedenen Anfachungszeiten (erhalten durch Aenderung der Pendelspannung) aufgenommen. $S_{MK\max}$ ergibt sich hieraus als 2,4 S_{ML}. (Theoretisch nach den Gleichungen der obigen Tabelle $S_{MK\max} : S_{ML} = \frac{\varrho_d - \varrho_a}{\varrho_a} = 1{,}75$.

Bei schwacher Modulation kann man deshalb im *K*-Gebiet eine 2,4mal grössere Lautstärke erreichen als im *L*-Gebiet. Aber auch bei einer Modulation von 60 % ergibt sich noch eine um 50 % grössere Lautstärke als im *L*-Gebiet.

Die grösstmögliche Verstärkung, die bei der benutzten Versuchsanordnung eingestellt werden kann, ist

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{\varrho_d - \varrho_a}{2\pi\,\tau_p}\,\frac{\mathfrak{U}_s}{\mathfrak{U}_{sto}}} = 15\,500$$

(Pendelspannung 15,8 Volt). Die Störungen werden dabei mit grösstmöglicher Lautstärke wiedergegeben. Da die Empfangssignale mindestens 4- bis 5mal stärker sein sollten, so kann praktisch die Verstärkung auch nur ein Fünftel des Maximalbetrages ausmachen. Eine Vergrösserung des Signals hat unter diesen Bedingungen keine Vergrösserung der Lautstärke zur Folge, denn für jede Signalstärke lässt sich der Empfänger nur auf eine Weise so einstellen, dass er an der steilsten Stelle der Modulationskennlinie arbeitet. Für grös-

sere Signale muss die Verstärkung entsprechend herabgesetzt werden (Verkleinerung der Anfachungszeit, Möglichkeit für indirekte Fadingregelung). Das Arbeiten im *K*-Gebiet hat überdies noch den Vorteil der Verzerrungsfreiheit, während im *L*-Gebiet wegen der logarithmischen Form der Modulationskennlinien beträchtliche Verzerrungen auftreten. Eine Möglichkeit zur Entzerrung besteht dann nur auf der Senderstelle (siehe Roosenstein loc. cit.).

Es wird noch untersucht, ob die Lautstärke auch durch Veränderung anderer Grössen als der Anfachungszeit zu erreichen ist. Prinzipiell könnte dies durch Veränderung der Grösse $\frac{\varrho_d - \varrho_a}{\pi\,\tau_p}$ geschehen. Nähere Untersuchungen ergaben aber nur wenig Spielraum für diese Grösse. Es bleibt daher nur noch die Heraufsetzung der Sättigungsamplitude $\mathfrak{U}_s$ (Verwendung von Röhren grosser Emission).

Resonanzkurven für die Anfangsamplitude.

Bei Resonanz besitzen $\mathfrak{U}_d$ und $\mathfrak{U}_a$ entgegengesetzte Phase. Bei einer Verstimmung des Empfängers setzen sich die Grössen $\mathfrak{U}_d$ und $\mathfrak{U}_a$ in allgemeiner Weise als Vektoren zusammen. Die in der Originalarbeit durchgeprüfte Theorie

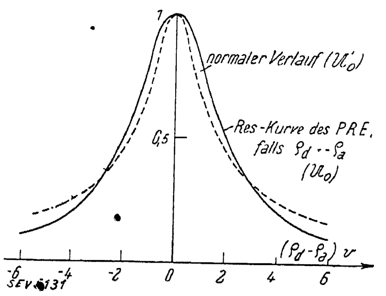


Fig. 5.

Resonanzkurve des PRE bei plötzlicher Entdämpfung.

ergibt für $\mathfrak{U}_0$ beim PRE flachere Resonanzkurven als bei einem gewöhnlichen Empfänger (Fig. 5). Experimentelle Untersuchungen mit allmählicher Entdämpfung (Ueberlagerung einer sinusförmigen Pendelspannung von der Pendelfrequenz f_p über die Gittergleichspannung) ergaben viel grössere Abweichungen vom Verhalten eines normalen Empfängers, als von der Theorie gefordert wurde. Nimmt man indessen die Entdämpfung durch Relaisumschaltung plötzlich vor, was auch in der Theorie vorausgesetzt wurde, so ist die Uebereinstimmung viel besser.

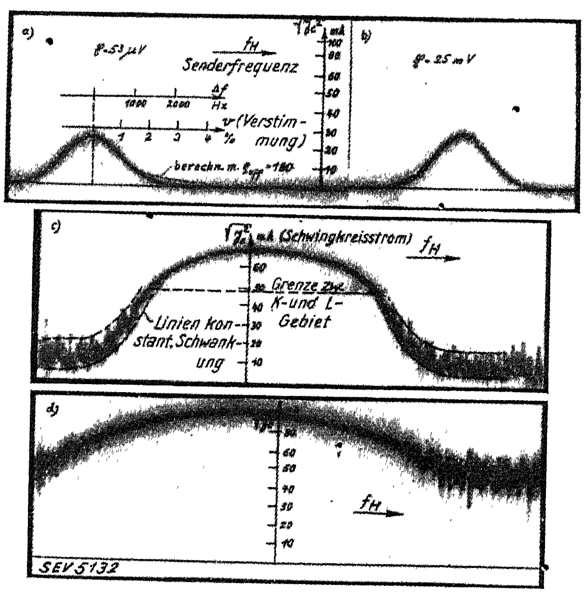


Fig. 6.

Die beim Empfang praktisch wirksame Resonanzkurve (Selektionskurve) hängt mit der eben betrachteten durch die Modulationskennlinien Fig. 4 zusammen. Im *K*-Gebiet verläuft die praktische Resonanzkurve ähnlich der $\mathfrak{U}_0$-Kurve (konstante Verstärkung). Im *L*-Gebiet wird sie gegenüber der $\mathfrak{U}_0$-Kurve abgeplattet, d. h. die Verstärkung sinkt mit wachsendem $\mathfrak{U}_0$. Fig. 6 zeigt Oszillogramme. Die Aufnahmen a und b entsprechen dem *K*-Gebiet. Die Daten des Empfängers bei der Aufnahme waren: $\varrho_d = 30$, $\varrho_a = -70$. Der Vergleich mit einer normalen Resonanzkurve ergab $\varrho_{eff} = 180$, also $1{,}8\cdot(\varrho_d - \varrho_a)$, in guter Uebereinstimmung mit der Theorie. Bei c wurde die Anfachungszeit vergrössert. Der Gipfel der Resonanzkurve reicht bereits ins *L*-Gebiet. Zu beachten ist dabei die starke Abflachung und das Hervor-

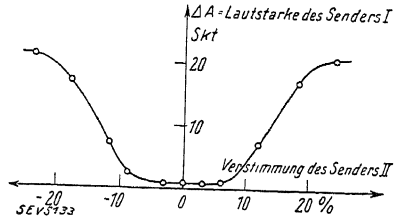


Fig. 7.

Auslöschung eines Senders durch einen zweiten.

treten der Störungen. Bei d arbeitete der Empfänger von vornherein im *L*-Gebiet. Der sehr flach gewordene Resonanzgipfel erhebt sich dabei kaum noch über den relativ sehr hoch liegenden Störpegel. Als Telegraphieempfänger ist daher der PRE wegen der sehr geringen Selektivität ungünstig. Beim Telephonieempfänger hingegen tritt in Wirklichkeit keine Verkleinerung der Selektivität ein, da immer nur der Sender mit der grösseren Anfangsamplitude gehört wird, was übrigens bei jedem automatischen Fadingausgleich der Fall ist. Fig. 7 zeigt deutlich das Auslöschen eines Senders durch einen andern. Die Art, wie die Kurve aufgenommen ist, ist aus der Abbildung ersichtlich. Aus Gründen der Empfindlichkeit empfehlen sich aber dennoch Empfänger mit schmalen Resonanzkurven. Die wirksame Resonanzschärfe kann leicht durch Erniedrigung der Anfachung erreicht werden, ohne Anwendung verlustarmer Kreise, was einen Vorteil des PRE darstellt.

Der Empfänger bei Kohärenz der Anschwingvorgänge.

Kohärenz entsteht, wenn nach Ablauf der Dämpfungszeit (Grenzdämpfungszeit $t_{dgr} = T\cdot\tau_{dgr}$) die Schwingungen noch ein Mehrfaches der Störamplitude $\mathfrak{U}_{sto}$ betragen. Es gelten dann die Gleichungen

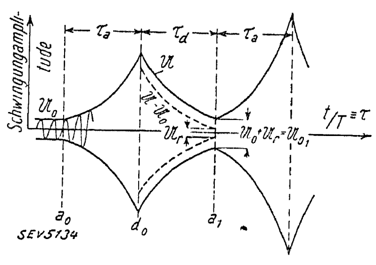


Fig. 8. Kohärente Anschwingvorgänge. (Zur Vereinfachung des Bildes wurde $\mathfrak{U}_0 = \mathfrak{U}_d$ gezeichnet, während sich exakt $\mathfrak{U}_0$ erst bei der Entdämpfung aus $\mathfrak{U}_0 = \mathfrak{U}_d + |\mathfrak{U}_a|$ bildet.)

$$\mathfrak{U}_s \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_d}\cdot\tau_{dgr}} \approx 5 \cdot \mathfrak{U}_{sto}$$

Durch Einsetzen von τ_{dgr} aus dieser Gleichung ergibt sich die Grenzpendelfrequenz

$$f_{pgr} = \frac{f}{\tau_{dgr}\left(1+\frac{\tau_a}{\tau_d}\right)}$$

Schematisch zeigt Fig. 8 den Verlauf des Anschwingvorganges. Ist die Anfangsamplitude im Zeitpunkt a_0 gleich $\mathfrak{U}_0$, so ist sie zur Zeit a_1 um die Restschwingung

$$\mathfrak{U}_{r1} = \mathfrak{U}_0\, e^{-\frac{\pi}{\varrho_a}\cdot\tau_a} \cdot e^{-\frac{\pi}{\varrho_d}\cdot\tau_d} \equiv \mathfrak{U}_0 \cdot e^{\Delta}$$

vergrössert. Nach n Pendeldauern ergibt sich dann der Wert:

$$\mathfrak{U}_{0n} = \mathfrak{U}_0 \, (1 + e^{\Delta} + e^{2\Delta} + \cdots + e^{n\Delta})$$

Ist die Restschwingung grösser als die Anfangsamplitude ($\Delta > 0$, so schaukeln sich die Schwingungen ohne Einwirkung eines Signals bis zur Sättigungsschwingung auf. Es bestehen dann dauernde Anschwingvorgänge mit der Anfangsamplitude

$$\mathfrak{U}_s \cdot e^{-\frac{\pi}{\varepsilon d} \cdot \tau_d} = \mathfrak{U}_{0s} \, e^{\Delta} \text{ (da nach früherem } \mathfrak{U}_{0s} = \mathfrak{U}_s \, e^{\frac{\pi}{\varepsilon a} \cdot \tau_a})$$

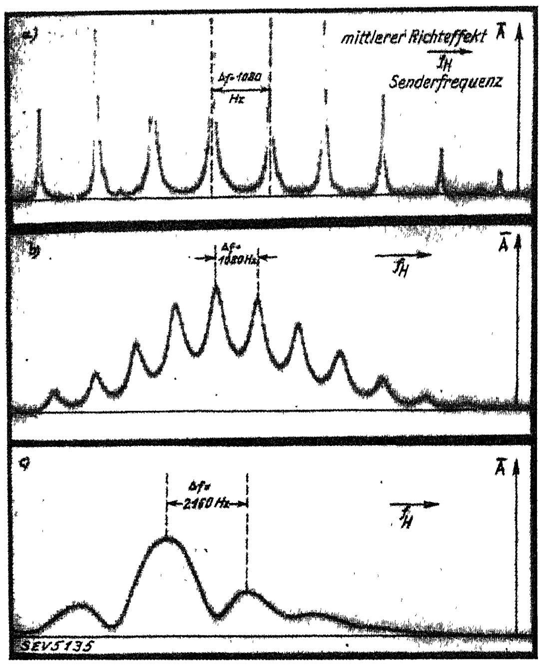


Fig. 9.
Resonanzkurven mit multiplen Resonanzstellen.
Auftreten bei Kohärenz (und $\Delta < 0$).

Zum Empfang eines Signals muss seine Anfangsamplitude grösser als die der dauernden Schwingungen sein. Beim Ueberschreiten der Grenzpendelfrequenz sinkt dann die Empfindlichkeit äusserst schnell. Der Empfänger arbeitet im L-Gebiet.

Wird hingegen die Anfachungszeit so eingestellt, dass $\Delta < 0$ bleibt, so ergibt sich die stationäre Anfangsamplitude

$$\mathfrak{U}_0' = \frac{\mathfrak{U}_0}{1 - e^{\Delta}}$$

Das Signal braucht nur die Differenz zwischen der Anfangsamplitude und der Restschwingung beizutragen. Hört das Signal auf, so klingen nach einiger Zeit die Schwingungen jeweils wieder vollständig ab. Sowohl zum Anklingen der Schwingungen als zum Abklingen wird eine bestimmte Zeit benötigt. Der Empfänger wird also «träge» und kann nur niedrige Modulationsfrequenzen richtig wiedergeben.

Eine interessante Eigentümlichkeit des PRE sind die *multiplen Resonanzstellen,* welche im Zustand der Kohärenz bei $\Delta < 0$ wegen der langen Aufschaukelzeiten eintreten. Dieselben entstehen, wenn der Empfänger nicht genau auf die Senderfrequenz abgestimmt ist. Es entstehen dann Schwebungen zwischen dem Schwingungsrest $\mathfrak{U}_r$ und der Amplitude $\mathfrak{U}_0$, indem sich diese beiden Grössen ihrer Phase entsprechend vektoriell zur Anfangsamplitude zusammensetzen. Das Signal kann deshalb nur eine grosse Amplitude erreichen, wenn zwischen der Senderfrequenz f_H, der Empfängerfrequenz f und der Pendelfrequenz f_p die Beziehung

$$f_H - f = \pm\, k \cdot f_p \quad (k = 1, 2, 3 \cdots)$$

besteht, da dann bei der Entdämpfung $\mathfrak{U}_0$ und $\mathfrak{U}_r$ immer die gleiche Phase zueinander besitzen. Die in Fig. 9 wiedergegebenen Resonanzkurven lassen sich auf diese Weise erklären. Die Erscheinung tritt um so deutlicher auf, je grösser die Einschwingzeiten sind.

Komplikationen können beim PRE eintreten, wenn bei grosser Pendelamplitude das Gitter positive Spannungen annimmt. Es können dann zwei Entdämpfungsperioden während einer Pendeldauer eintreten. Dadurch erklärt sich z. B. der doppelte Abstand der multiplen Resonanzstellen im letzten Oszillogramm der Fig. 9. — (G. Hässler, Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik Bd. 44 [1934], S. 80.) *Hdg.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Une interprétation

par le Tribunal Fédéral Suisse, de l'art. 71

de la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques du 22 décembre 1916.

347 : 621.2(494)

En 1927, le Tribunal Fédéral a rendu plusieurs arrêts qui se rapportent à la nature juridique d'une concession de forces hydrauliques, octroyée en 1893, par le Canton de Fribourg; en même temps, il a précisé ce qu'il faut entendre par contestation «entre le concessionnaire et l'autorité concédante» au sens de l'art. 71 de la Loi fédérale sur la matière, du 22 décembre 1916.

Ces arrêts offrent encore actuellement un intérêt juridique certain.

Les faits peuvent être résumés comme suit: Le 7 février 1893, le Conseil d'Etat du Canton de Fribourg, Autorité compétente, accordait, pour une période de trente ans, à la Ville de Bulle (district de la Gruyère), la concession d'une prise d'eau de 2000 litres à la seconde sur la rivière de la Jogne, en vue de l'éclairage de cette Ville. Celle-ci était en principe autorisée à la rétrocéder à une Société à créer, à la condition toutefois d'une nouvelle demande d'autorisation.

La Société prévue fut créée, la même année, sous la forme d'une Société par actions, inscrite sous la raison sociale de «Société Electrique de Bulle».

Les statuts contenaient spécialement une convention passée par la nouvelle Société avec la Ville de Bulle, relativement à la cession et à la rétrocession de la concession obtenue par cette dernière du Conseil d'Etat de Fribourg.

Cette cession — approuvée par le Conseil d'Etat le 26 octobre 1903 — était consentie pour une durée de trente ans, à différentes conditions, dont il suffit de rappeler la suivante:

«*Art. 5, n° 4:* Après trente ans, terme fixé pour la durée de la Société, la Ville de Bulle se réserve le droit de pouvoir rentrer en possession du droit de concession et de reprendre les installations, appareils, outillage etc. etc., à la condition de tenir compte aux actionnaires de la valeur industrielle de l'entreprise, à dire d'experts.»

Le 7 septembre 1923, le Conseil d'Etat fixa à soixante ans les délais primitifs de la concession, soit jusqu'au 7 février 1953. Une entente ne put intervenir entre la Ville de Bulle et la Société Electrique, au sujet de la rentrée en possession de la concession par la Ville de Bulle et de la reprise par elle des installations de la Société. Cette dernière actionna la Ville devant les Tribunaux civils du canton de Fribourg. Elle formula une conclusion principale tendant à ce que la Ville fût condamnée à reconnaître:

«Que la dite Société Electrique de Bulle est actuellement la titulaire exclusive du droit découlant de la concession obtenue par la Ville de Bulle de l'Etat de Fribourg, le 7 février 1893, d'utiliser les eaux de la Jogne, à la Tzintre, rière

Charmey, comme force motrice pour la production de l'électricité, le tout conformément aux clauses de dite concession et aux modifications qui y ont été apportées par le Conseil d'Etat du canton de Fribourg, par arrêtés du 26 octobre 1903, du 14 janvier 1919 et du 7 septembre 1923.»

La Société Electrique fut admise par la Cour d'Appel dans cette conclusion et son droit d'usage de la concession reconnu, pour aussi longtemps que la Ville de Bulle n'aurait pas déclaré vouloir exercer les droits que lui conférait le prédit article 5, n° 4, des statuts.

La Cour d'Appel constatait que la Ville de Bulle affirmait avoir récupéré sans autres, de plein droit, l'usage de sa concession, par l'expiration du délai de trente ans prévu aux statuts, tandis que la Société Electrique prétendait pouvoir continuer à l'exercer, tant que la Ville n'aurait pas usé de son droit de rachat conformément aux statuts, et sur la base de la valeur industrielle de l'entreprise, à dire d'experts.

La Cour estimait qu'il s'agissait d'une contestation entre *le concessionnaire* et *l'autorité concédante*, au sujet des droits et des obligations découlant de la concession. Elle posait en principe que la Ville de Bulle constituait l'autorité concédante. Elle en concluait selon l'art. 71, al. 1, de la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques, du 22 décembre 1916, que ce litige rentrait dans la compétence de l'autorité judiciaire cantonale, puis du Tribunal Fédéral, statuant comme Cour de droit de public.

Analysant la convention passée entre la Ville de Bulle et la Société, la Cour Cantonale admettait qu'elle impliquait la cession à cette dernière du droit d'exercice de la concession, avec réserve en faveur de la Ville, d'un droit de détermination (Gestaltungsrecht) lui permettant, après trente ans, de mettre fin au rapport de droit existant à condition de verser à la Société la valeur industrielle des installations, à dire d'experts.

La Ville de Bulle a dirigé contre cet arrêt trois recours au Tribunal Fédéral, l'un en réforme, à la première Section civile; un second, à la Cour de Droit Public, en vertu de l'art. 71 L. F. H.; un troisième, à la même Cour, mais pour déni de justice. Ce dernier n'offre pas d'intérêt spécial.

Voici succintement le résumé des arrêts rendus par le Tribunal Fédéral:

1° *Recours en réforme* (Ire Section civile, du 7 mars 1927).

Le Tribunal Fédéral constate que le contrat litigieux de 1893, conclu entre la Ville de Bulle et la Société Electrique sort du domaine du Droit Fédéral des Obligations et appelle l'application, soit du droit public, soit du droit immobilier cantonal. Il ne saurait être assimilé à un bail à ferme, ce qui ne correspondrait pas au caractère *sui generis* complexe de la convention, laquelle devait être envisagée dans son ensemble. Il juge que la Ville de Bulle réclame bien plutôt le transfert des installations immobilières de l'entreprise, ce, en exécution des clauses d'une convention conclue à une époque où les droits réels immobiliers étaient régis par le droit cantonal. Même solution pour la question de savoir si la convention de 1893 avait pour effet de laisser la Ville de Bulle titulaire de la concession ou bien de lui substituer la société; cette question relevait soit du Droit Public cantonal, soit du Droit Immobilier Cantonal, mais non pas du Code Fédéral des Obligations. Partant, le recours en réforme de la Ville de Bulle a été déclaré irrecevable et le Tribunal Fédéral n'est pas entré en matière.

2° *Recours en vertu de l'art. 71 de la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques du 22 décembre 1916* (Arrêt de la Section de Droit Public du 19 mars 1927).

Rappelons qu'aux termes de cette disposition légale, la Section de droit public du Tribunal Fédéral est compétente pour connaître, en seconde instance, des litiges surgis entre le *concessionnaire* et *l'autorité concédante*, relativement à leurs obligations et à leurs droits réciproques.

Cette norme a été déclarée applicable aux droits d'eau constitués antérieurement au 25 octobre 1908.

A cet égard, le Tribunal Fédéral a posé un principe important, dont nous citons ici le passage essentiel:

«L'autorité concédante est aux termes de la loi (Art. 38) l'autorité compétente pour accorder des concessions de droits d'eau „du Canton dans le territoire duquel se trouve la sec-

(Suite à la page 92.)

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(aus «Die Volkswirtschaft», Beilage zum Schweiz. Handelsamtsblatt).

No.			Dezember 1934	Dezember 1935
1.	Import	in 10^6 Fr.	135,5	125,0
	(Januar-Dezember)		(1434,8)	(1283,8)
	Export		80,3	76,4
	(Januar-Dezember)		(844,2)	(822,1)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden		91196	118775
3.	Lebenskostenindex	Juli 1914 = 100	129	130
	Grosshandelsindex		89	92
	Detailpreise (Durchschnitt von 34 Städten)			
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh	(Juni 1914 = 100)	43 (87)	38 (76)
	Gas Rp./m³		27 (127)	27 (127)
	Gaskoks Fr./100 kg		6,10 (125)	6,08 (124)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 28 Städten		453	145
	(Januar-Dezember)		(8536)	(4847)
5.	Offizieller Diskontsatz	%	2	2,5
6.	Nationalbank (Ultimo)			
	Notenumlauf	10^6 Fr.	1440	1366
	Täglich fällige Verbindlichkeiten	10^6 Fr.	624	401
	Goldbestand u. Golddevisen	10^6 Fr.	1917	1396
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten	%	92,85	79,00
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)			
	Obligationen		106	88
	Aktien		112	96
	Industrieaktien		152	162
8.	Zahl der Konkurse		82	78
	(Januar-Dezember)		(981)	(947)
	Zahl der Nachlassverträge		28	28
	(Januar-Dezember)		(371)	(396)
9.	Hotelstatistik: von 100 verfügbaren Betten waren Mitte Monat besetzt		18,7	17,8
			Im 3. Quartal 1934	Im 3. Quartal 1935
10.	Betriebseinnahmen aller Bahnen inkl. SBB			
	aus Güterverkehr	in 1000 Fr.	57 425	52 613
	(Erstes bis drittes Quartal)		(161 570)	(146 664)
	aus Personenverkehr		65 193	62 354
	(Erstes bis drittes Quartal)		(172 097)	(161 089)

Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats.

		Jan.	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars)	Lst./1016 kg	39/0 0	39/10/0	31/15/0
Banka-Zinn	Lst./1016 kg	210/0/0	219/10/0	228/5/0
Zink —	Lst./1016 kg	14/2/0	15/2/6	11/12/6
Blei —	Lst./1016 kg	15/0/0	16/17/6	10 5/0
Formeisen	Schw. Fr./t	84.50	84.50	84.50
Stabeisen	Schw. Fr./t	92.50	92.50	92.50
Ruhrnußkohlen II 30/50	Schw. Fr./t	35.70	35.70	35.20
Saarnußkohlen I 35/50	Schw. Fr./t	32.—	32.—	32.50
Belg. Anthrazit	Schw. Fr./t	51.—	51.—	52.50
Unionbriketts	Schw. Fr./t	36.50	36.50	36.50
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen)	Schw. Fr./t	75.—	75.—	75.—
Benzin	Schw. Fr./t	144.—	144.—	125.50
Rohgummi	d/lb	—	$6\,^{5}/_{16}$	$6\,^{3}/_{8}$

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

tion de cours d'eau à utiliser". C'est l'autorité qui confère, le cas échéant, aux concessionnaires, le droit d'expropriation (Art. 46) et qui fixe les prestations et conditions imposées au concessionnaire (Art. 48).

La loi prévoit le transfert de la concession, qui ne peut s'opérer sans l'agrément de l'autorité concédante (Art. 42 I). Le concessionnaire qui transfère la concession n'est par conséquent pas „autorité concédante".

Rien ne permet de dire qu'à l'art. 71, l'expression „autorité concédante" ait un sens autre, plus étendu, que dans les autres dispositions de la loi.

Aussi bien le rapport existant entre la Commune de Bulle et la Société Electrique à la suite du transfert de la concession est tout autre que celui existant entre le concessionnaire et l'autorité concédante. La concession de droits d'eau est la concession d'un droit spécial d'utiliser un cours d'eau public, et ce droit est octroyé par la Communauté à laquelle appartient la souveraineté sur le dit cours d'eau, soit dans la règle, à l'Etat. L'octroi s'opère en la forme d'un acte d'administration faisant partie du droit public, qui détermine les droits et obligations du concessionnaire et auquel celui-ci se soumet en acceptant la concession. Par le fait de la concession, le concessionnaire possède un droit légitimement acquis d'utiliser le cours d'eau, et ce droit constitue un droit public subjectif (R. O. 50. I., p. 403, et les précédents cités). L'acte de concession suppose la souveraineté du concédant sur le cours d'eau. Par contre, le concessionnaire n'acquiert point par l'octroi de la concession, tout ou une parcelle de cette souveraineté, il n'acquiert jamais qu'un droit déterminé d'utiliser le cours d'eau. Lors donc qu'il transfère ce droit d'usage à un tiers — ce qu'il n'a la faculté de faire qu'avec l'agrément de l'autorité concédante (Art. 42 L. F. H.; l'ancien droit fribourgeois prévoyait aussi cette condition) — il ne concède pas des droits en vertu d'un pouvoir souverain, mais transmet au tiers, le droit que lui-même n'a acquis que par le fait de la concession.

Le transfert de la concession ne porte pas, toutefois, uniquement sur le droit d'utiliser le cours d'eau. La concession donne naissance à un faisceau de droits et d'obligations du concessionnaire, et c'est leur ensemble qui passe au tiers. Cette opération juridique n'est donc pas analogue à la cession du droit privé, ni à la transmission de droits réels (bien que les concessions mêmes, octroyées sur des eaux publiques, puissent être immatriculées au registre foncier, à titre de droits distincts et permanents, art. 56 al. 2 C. C. S., titre final.) On pourrait plutôt songer à l'analogie avec la novation. L'approbation, par l'autorité concédante, du transfert de la concession équivaut en quelque sorte à l'octroi d'une nouvelle concession au tiers acquéreur, encore que le contenu des deux concessions soit dans la règle, identique.

Quoi qu'il en soit, le tiers qui reprend une concession avec l'agrément de l'autorité concédante, entre du même coup avec celle-ci, dans un rapport direct de concessionnaire à concédant. C'est de la communauté concédante et non du premier concessionnaire, dont le tiers prend la place, que dérive en réalité son droit d'utilisation. Et c'est la communauté, au nom de laquelle la concession est octroyée, qui est le concédant du tiers et non pas la personne qui lui a transféré la concession. Le transfert du premier au second concessionnaire reposera, il est vrai, toujours sur un acte juridique d'où découleront des droits et obligations des parties; mais ces droits et obligations n'ont aucune relation avec le rapport entre concédant et concessionnaire. Il s'agira, du moins dans la règle, d'un acte de transfert appartenant au droit privé, les deux parties étant sur un pied d'égalité (par ex. deux sociétés anonymes; cf. O. Mayer, Verwaltungsrecht II, 3e édition, p. 103).»

Il résulte de ces considérants que, sur ce point spécial, le Tribunal Fédéral n'a pas adopté la théorie de la Cour d'Appel Fribourgeoise, laquelle voyait dans la Ville de Bulle, «l'autorité concédante».

Basé sur ces considérants, le Tribunal Fédéral a conclu que la Ville de Bulle n'était pas l'autorité concédante; qu'elle n'avait point la souveraineté sur les eaux de la Jogne; que cette souveraineté appartenait à l'Etat de Fribourg et que dès lors, il ne s'agissait pas d'un litige rentrant dans le cadre de l'art. 71 L. F. H.

En conséquence, le Tribunal Fédéral n'est pas entré en matière sur le recours de la Ville de Bulle.

3. Quant *au recours pour déni de justice*, interjeté par la Ville de Bulle, il a été rejeté comme mal fondé par le Tribunal Fédéral. Comme il est sans intérêt pratique dans le présent article, nous ne nous y arrêterons pas.

Communiqué par
Me *L. Bourgknecht*, avocat à Fribourg.

Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte den *Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G.* in Zürich/Baden (NOK) als Ersatz für die am 6. Februar 1936 ablaufende vorübergehende Bewilligung V 54, welche auf max. 2000 Kilowatt lautete, die neue Bewilligung (Nr. 135), bis zu einer Leistung von *max. 3000 Kilowatt* elektrische Energie an die Stadt Konstanz auszuführen.

Die Bewilligung Nr. 135 ist bis 31. März 1954 gültig (Bundesblatt 1936, I, 150).

Propaganda.

«Schweizer Hausfrauen, kocht elektrisch» ist der Titel einer sehr gut gelungenen Werbebroschüre der Elektrizitätswerke Küsnacht, Erlenbach, Herrliberg, Meilen, Uetikon, Männedorf und Stäfa, die allen Haushaltungen überreicht wurde. Es ist anzunehmen, dass bei der heutigen unsichern wirtschaftlichen und politischen Lage die vom Ausland unabhängige elektrische Küche, auch dank ihrer vielfachen andern Vorzüge, in der nächsten Zeit weitere gute Fortschritte macht. Die Gelegenheit zu intensiver Propaganda ist also zur Zeit besonders günstig. Eine Broschüre wie die vorliegende erleichtert den Werken ihre Werbetätigkeit stark, weshalb wir gerne darauf aufmerksam machen möchten, besonders auch auf die darin enthaltene aufschlussreiche Gegenüberstellung der Preisänderungen für Elektrizität und Gas von 1915 bis 1930, also während Kriegs- und Nachkriegszeit. Muster dieser Broschüre können bei einem der genannten Werke bezogen werden.

Flaschengas-Konkurrenz. Im Sommer 1935 wurde u. a. in Thusis ein Schaukochen mit Flaschengas abgehalten und ein Depot für Lieferung von Prima-Gas errichtet. Die Rhätischen Werke für Elektrizität, Thusis (RW), erweiterten bei dieser Gelegenheit ihre Propaganda für die Energieverwertung auf Abwehrmassnahmen gegen die Flaschengaskonkurrenz. Zu diesen Abwehrmassnahmen gehören folgende Veröffentlichungen, die interessierten Elektrizitätswerken auf Wunsch bei den RW zur Verfügung stehen oder beim Generalsekretariat des SEV und VSE eingesehen werden können:

Flugblatt betreffend Schaukochen,
Schreiben an Kochkurs-Teilnehmerinnen,
Einsendung des Frauenvereins und Einsendung der RW an die «Bündner Post»,
Flugblatt über elektrische Küche mit Kostenvergleich betr. Flaschengas,
Einzählertarif.

Briefe an die Redaktion — Communications à l'adresse de la rédaction.

Selbsterregung von Asynchronmaschinen.

621.313.33 : 621.3.013.62

Ein grosses schweizerisches Ueberlandwerk schreibt uns: «Unter vorstehendem Titel erschien im Bulletin 1933, Nr. 15, eine Mitteilung von Herrn W. Buri, Betriebsleiter der Licht- und Wasserwerke Langnau, an die Redaktion, in welcher über einen Fall von Selbsterregung eines vom Netz abgetrennten, mit einer Turbine gekuppelten Asynchronmotors durch eine parallel geschaltete Kondensatorenbatterie berichtet wird. Als Schutzmassnahme wurde der Einbau

eines Spannungsrelais vorgeschlagen, welches beim Ausbleiben der Netzspannung das Auftreten einer erhöhten Rückspannung durch automatisches Abschalten des Asynchronmotors verhindern soll.

Da wir in unsern ausgedehnten Anlagen eine Reihe von Energiekonsumenten besitzen, welche über eine eigene Primärkraftquelle verfügen, wobei die Antriebsmaschine jeweils mit einem Asynchronmotor auf die gleiche Transmission arbeitet, und da in den letzten Jahren statische Kondensatoren zum Zwecke der Leistungsfaktorverbesserung in solchen und andern Anlagen in vermehrtem Masse zur Aufstellung gelangt sind, so haben wir der im Bulletin beschriebenen Erscheinung der Selbsterregung und deren eventuellen Folgen seit längerer Zeit unsere Aufmerksamkeit geschenkt und auch diesbezügliche Versuche angestellt. So haben wir u. a. in einer grossen Leinenweberei mit Primärkraft festgestellt, dass nach Oeffnen des Primärschalters der speisenden Transformatorenstation (160 kVA, 16000/380/220 V) der von der Hausturbine angetriebene Asynchronmotor (50 PS, 380 V) mit parallel geschalteter Kondensatorenbatterie (20 kVAr, 380 V) die Fabrikanlage mit 9 eingeschalteten Ventilatormotoren von total ca. 8 kW, sowie die erwähnte Transformatorenstation in normalem Betriebe erhalten konnte, wobei die Spannung an den Niederspannungsschienen rd. 380 V betrug, so dass auf der Hochspannungsseite bis zum Mastschalter eine Rückspannung von ca. 16 000 V vorhanden war. Es ist klar, dass in solchen Fällen für das Personal, welches in der Transformatorenstation eine Reparatur oder Revision auszuführen hat und sich durch den geöffneten Primärschalter als geschützt glaubt, direkte Lebensgefahr besteht. Wir haben deshalb nach Schutzmitteln gesucht, welche das Auftreten einer solchen Rückspannung verhindern soll. Die von Herrn Buri vorgeschlagene Schutzschaltung sowie das in der Fussnote der betreffenden Mitteilung erwähnte thermische Spannungsrelais der Firma P. Truninger erfüllen ihren Zweck nur, wenn die erzeugte Rückspannung über die im normalen Betrieb herrschende Betriebsspannung ansteigt. Wir haben deshalb Versuche mit einem kombinierten Relais ausgeführt, das auch auf eine Spannungssenkung anspricht. Sofern die erzeugte Rückspannung jedoch in gleicher Höhe liegt wie die normale Betriebsspannung, was z. B. in der oben erwähnten Anlage bei der genannten Belastung der Fall war, so bleibt auch diese Schutzmassnahme unwirksam. Es wäre denkbar, mit einem frequenzabhängigen Relais eine gewisse Schutzwirkung zu erreichen, doch kann auch hier der Fall eintreten, dass das Relais nicht anspricht, nämlich wenn die Frequenz nach Eintritt der Störung keine Aenderung erfährt, d. h. zufällig normal bleibt. Da uns bis heute kein zuverlässig wirkendes Schutzmittel bekannt ist, helfen wir uns zur Zeit so, dass wir grössere Anlagen mit Asynchronmotoren (oder -Generatoren) in Verbindung mit Primärkraftmotoren (z. B. Turbinen) und parallel geschalteten Kondensatoren wie eine stromliefernde Anlage behandeln und bei Arbeiten an den angeschlossenen Leitungen oder Transformatorenstationen die Abtrennung der betreffenden Anlage vorschreiben.»

Im Hinblick auf die Gefahren, die mit der Selbsterregung von Asynchronmotoren durch Kondensatoren verbunden sind, ist es zweifellos erwünscht, zunächst Erfahrungen über diese Anlagen zu sammeln und zu verarbeiten. Vielleicht ergeben sich daraus für die Besitzer und Energielieferanten nützliche Mittel zu starker Einschränkung oder Vermeidung der Gefahren.

Wir ersuchen daher alle Elektrizitätswerke und Fachleute dringend, uns Angaben über solche ihnen bekannten Fälle und ihre Erfahrungen mitzuteilen. Wir werden dann dieses Material verarbeiten und den Interessenten zugänglich machen. *Generalsekretariat des SEV und VSE.*

Miscellanea.

In memoriam.

E. Weber †. In Emmenbrücke bei Luzern ist am 21. Dezember 1935, im Alter von 59 Jahren, Herr Ernst Weber, der Hersteller der bekannten Weber-Sicherungspatronen, gestorben. Die vorzüglichen Eigenschaften des Verblichenen veranlassen uns, seiner in einem kurzen Nachruf zu gedenken.

Herr Weber musste in seiner Jugend durch eine harte Schule. Früh schon Waisenknabe, fehlten ihm die Mittel zum Besuche technischer Lehranstalten. Allein eifriges



E. Weber
1876—1935

Selbststudium und eine aussergewöhnliche Auffassungsgabe liessen ihn in seinem Monteurberufe rasch vorwärtskommen. Nach Betätigung in verschiedenen Installationsgeschäften des In- und Auslandes finden wir Herrn Weber im Jahre 1909 als Installationschef beim E.W. Rathausen, bzw. bei den nachmaligen Centralschweizerischen Kraftwerken. Noch während des Weltkrieges gründete er die bekannte Fabrik für elektrische Bedarfsartikel, um sich in der Hauptsache mit der Herstellung elektrischer Schmelzsicherungen zu befassen. Dank der Qualität seiner Produkte entwickelte sich das Unternehmen zu schöner Blüte und so durfte sich Herr Weber trotz der Krise dazu entschliessen, dieses Frühjahr seinen Betrieb in einen modern eingerichteten Neubau nach Emmenbrücke bei Luzern zu verlegen. Ein hartes Schicksal wollte es, dass nun Herr Weber wenige Monate nach Bezug dieses Neubaues abberufen wurde.

Herr Weber war während einer Reihe von Jahren hochgeschätzter Mitarbeiter der Normalienkommission des SEV, wo er sich besonders um das Zustandekommen der Sicherungsnormalien verdient gemacht hatte.

Wer mit Ernst Weber in Verbindung stand, schätzte neben seinen beruflichen Kenntnissen insbesondere den schlichten, durch und durch ehrenhaften Menschen. Ein gutes Andenken bleibt ihm bewahrt. *F. K.*

René Couchepin. L'ASE a perdu le 15 novembre 1935 en Monsieur Couchepin un membre jeune encore, mais dont la carrière s'annonçait des plus brillantes. Les indications suivantes sont tirées du Bulletin Technique de la Suisse Romande:

René Couchepin, né le 7 juin 1909 à Lausanne, obtint, en 1927, le baccalauréat ès sciences du Gymnase scientifique de Lausanne. Titulaire du diplôme d'ingénieur-électricien de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne (1931) et du diplôme d'ingénieur radio-électricien de l'Ecole supérieure d'électricité, à Paris (1932), il fit un stage, de 1932 à 1934, dans un laboratoire de recherches scientifiques à Zurich. Puis, en 1934—1935 il est «ingénieur du son» chez «Cinégram» S. A., Edition et production de films cinématographiques à Genève. Par ces études et cette pratique, il était donc spécialisé dans

les questions concernant la radio-électricité (émission et réception), la basse fréquence, l'acoustique, les mesures et recherches de laboratoire, et la Société romande de radiodiffusion perd, en lui, un de ses collaborateurs les plus compétents.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Herr Ingenieur **A. Zaruski**, Direktor des Elektrizitätswerkes St. Gallen, konnte am 3. Februar d. J. auf 40 Jahre treuer, erfolgreicher Tätigkeit im Dienste der Stadt St. Gallen zurückblicken. Wir freuen uns herzlich mit Herrn Zaruski, dass es ihm vergönnt ist, dieses schöne Jubiläum zu feiern und entbieten unserem verehrten Vizepräsidenten, dem der SEV so viel verdankt, unsere herzlichsten Glückwünsche.

40 Jahre Gfeller A.-G. Die bekannte schweizerische Telephonfabrik Chr. Gfeller A.-G. in Bümpliz konnte am 1. Februar d. J. ihr 40jähriges Bestehen feiern. In dieser langen Zeit ständiger und erfolgreicher Entwicklung wurde sie vom Gründer und heutigen Delegierten des Verwaltungsrates, Herrn Chr. Gfeller, geleitet. Heute beschäftigt die Firma in den Fabriken Bümpliz und Flamatt 200 Arbeiter; sie baut Telephonapparate und ganze Telephonanlagen, ferner Signal-, Fernsteuerungs-, Fernmelde- und Fernbedienungsanlagen für Kraftwerke (siehe z. B. Bull. SEV 1931, S. 333).

Kleine Mitteilungen.

Vortrag in der Physikalischen Gesellschaft Zurich. Herr Priv.-Doz. Dr. *G. Herzog* spricht am Montag, den 17. Februar 1936 im Hörsaal 6 c des Physikalischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, 20 Uhr 15, über kosmische Strahlung.

Am 2. März, 20 Uhr 15, spricht am gleichen Ort Herr Priv.-Doz. Dr. Kopfermann, Physikalisches Institut der T. H. Berlin-Charlottenburg, über Isotopie und Hyperfeinstruktur. Eintritt frei.

Literatur. — Bibliographie.

621.314.65 *Nr. 1117*

Einführung in die Theorie der Stromrichter. Von *A. Glaser* und *K. Müller-Lübeck.* Band I: Elektrotechnische Grundlagen. Von *K. Müller-Lübeck*, mit Beiträgen von *W. Dällenbach, E. Gerecke, K. Kettner* und *G. Reinhardt.* 316 S., 16 × 23,5 cm, 313 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1935. Preis: geb. RM. 31.50.

Der vorliegende erste Band ist eine Neufassung des im Jahre 1925 erschienenen ersten Bandes des Werkes «Der Quecksilberdampf-Gleichrichter» von K. Müller-Lübeck. Die Beiträge, die andere Verfasser dem Autor zur Verfügung gestellt haben, sind in den Text hineingearbeitet. Zur Behandlung kommt die mit der Schaltung zusammenhängende elektrotechnische Seite der Theorie des ungesteuerten und des gesteuerten Gleichrichters und des sich hier stetig anschliessenden Wechselrichters. Die Umrichter, die heute erst entwickelt werden, sind mit Recht lediglich gestreift. Die physikalische Seite der Stromrichtertheorie soll von A. Glaser in einem später erscheinenden zweiten Bande behandelt werden.

Die elektrotechnische Theorie der Stromrichter — oder Mutatoren (nach Vorschlag der A.-G. Brown, Boveri & Cie.) — zeichnet sich dadurch aus, dass sie die meisten Spannungen und Ströme nicht als konstant oder als harmonische Schwingungen ansetzen darf, wie das für stationäre Vorgänge sonst häufig geschieht. Die Rechnung wird dadurch erschwert. In dem Buche sind nun eine grosse Zahl interessanter Probleme durchgerechnet. Dank der präzisen Sprache des Autors findet sich der Leser jedoch leicht zurecht. Ueberdies sind die Ergebnisse durch viele Abbildungen veranschaulicht, so dass man ohne grosse Mühe einen Ueberblick gewinnt. Neben unmittelbar an die praktische Verwendung anschliessenden Betrachtungen — wie z. B. über Glättungseinrichtungen, über Methoden der Gittersteuerung — finden sich auch Lehrsätze allgemeiner Art, — wie z. B. der Gleich-Wechselrichter-Symmetriesatz —, die dem Spezialisten die Durchdringung der komplizierten Materie erleichtern. Den Abschluss bilden ein Namen- und ein — wohl etwas zu knappes — Sachverzeichnis. Die äussere Aufmachung des Buches ist vorzüglich. Wer sich für die *Theorie* der Stromrichter interessiert, wird gerne und mit Gewinn zu diesem Werke greifen.

Max Landolt.

621.315.051.024 *Nr. 652*

Berechnung von Gleichstrom-Kraftübertragungen. Von *Oswald Burger.* 82 S., 14,5 × 22 cm, 24 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1932. Preis: RM. 6.40.

Die vorliegende Arbeit soll — so wünscht es der Verfasser am Schluss seiner Einleitung — in der Hauptsache dazu dienen, das Interesse für die Gleichstromübertragung zu wecken. In 11 Abschnitten werden die verschiedenen charakteristischen Verhältnisse der Gleichstromübertragung erläutert, ihre Vorteile der Drehstromübertragung gegenüber hervorgehoben und Unterlagen für die Projektierung gegeben. Ein Abschnitt gibt eine Aufzählung der verschiedenen Apparate und Maschinen zur Umformung des Wechselstromes in Gleichstrom und umgekehrt und erwähnt dazu die wichtigsten Eigenschaften. Ein weiterer Abschnitt behandelt die wirtschaftliche Seite des Problems, und die Arbeit schliesst mit dem Berechnungsbeispiel einer Grosskraftlandesversorgung.

Das Werk enthält im Text in gedrängter Form alle für den Praktiker wichtigen Gesichtspunkte und Ueberlegungen und gibt dazu eine reichhaltige Reihe erprobter Erfahrungszahlen, Konstanten und Tabellen, die bei der Projektierung sehr wertvolle Dienste leisten. Die Zweckmässigkeit der vom Verfasser gewählten Reihenfolge der einzelnen Kapitel darf bezweifelt werden; eine Neuordnung des Stoffes wäre bei einer Neuauflage empfehlenswert. Abgesehen von einigen kleinen Unstimmigkeiten untergeordneter Bedeutung müssten u. a. die Ueberlegungen über die Verwendung der Erde als Rückleitung noch ergänzt werden.

Bei der Beurteilung dieses 1932 herausgekommenen Buches darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass es sich um ein Gebiet handelt, dessen Entwicklung seit dem Erscheinen grosse Fortschritte gemacht hat. So ist z. B. das Kapitel über Koronaerscheinungen heute als überholt zu betrachten, indem die an und für sich recht interessanten Ueberlegungen des Verfassers über die Grösse der Korona-Verluste in später durchgeführten Versuchen (siehe A. Matthias, ETZ 1935, S. 601) keine Bestätigung gefunden haben. — Besonders erwähnt sei die leichtfassliche und übersichtliche Darstellung des Werkes. *E. Kern; A. van Gastel.*

Zinn. Das *International Tin Research and Development Council, Manfield House, 278, Strand, London WC 2,* schickte uns eine Reihe interessanter Veröffentlichungen über Herstellung und Verwendung von Zinn, die wir hier anzeigen:

Solder. Bull. No. 2 of the Int. Tin Res. & Dev. Council.
Tin and its Uses. Misc. Publ. No. 4.
Tin and Civilisation. Misc. Publ. No. 5.
Improvement in the Quality of Tinplate by Superimposed Electrodeposition of Tin. Technical Publ. No. 22.
Electrodeposition of Tin Alloys from Alkaline Stannate Bath. Technical Publ. No. 25.
The Mechanical Properties of Tin-Base Alloys. Technical Publ. No. 26.
The Electrodeposition of Bronze Using Bronze Anodes. Technical Publ. No. 27.
The Electrodeposition of Bronze Using Bi-metallic Anodes.
The influence of Thin Metal Layers on the Deterioration of Technical Insulation Oils. Techn. Publ. No. 29.

Alle diese Publikationen können gratis und franko bei der eingangs erwähnten Adresse bezogen werden.

Qualitätszeichen des SEV und Prüfzeichen des SEV.

I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial.

ASEV für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdosen, Kleintransformatoren.

▬▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ für isolierte Leiter.

Mit Ausnahme der isolierten Leiter tragen diese Objekte ausser dem Qualitätszeichen eine SEV-Kontrollmarke, die auf der Verpackung oder am Objekt selbst angebracht ist (siehe Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

—

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung steht folgenden Firmen für die nachgenannten Ausführungsarten das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV zu:

Schalter.

Ab 1. Januar 1936.

Firma *Camille Bauer A.-G.*, elektrotechnische Bedarfsartikel en gros, *Basel* (Generalvertret. d. Firma Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.).

Fabrikmarke: VH

Drehschalter-Steckdosen-Kombination für 250 V, 6 A.
Verwendung: Aufputz, in trockenen Räumen.
Ausführung: Keramischer Sockel. Kappe aus braunem Kunstharzpreßstoff.

Nr. XK : mit einp. Ausschalter Schema 0		u. mit zweipol. Steckdose für Stecker mit 4- bzw. 4- und 5-mm-Steckerstiften.
» X5K: » » Stufenschalter Schema I		
» X6K: » » Wechselschalter Schema III		
» X7K: » » Kreuzungsschalt. Schema VI		

Ab 15. Januar 1936.

Firma *Otto Fischer A.-G., Zürich* (Vertretung der Firma Dr. Deisting & Co., G. m. b. H., Kierspe i. W.).

Fabrikmarke: DE

Drehschalter für 250 V, 2 A.
Verwendung: Zum Aufbau an Apparaten.
Ausführung: Sockel aus keramischem Material, Gehäuse aus Kunstharzpreßstoff. Nassausführung.
Nr. H 3410, 4 Sch, einpoliger Umschalter, Spezialschema (Sonderausführung).

Steckkontakte.

Ab 1. Januar 1936.

Firma *Camille Bauer A.-G.*, elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, *Basel* (Generalvertretung d. Firma Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.).

Fabrikmarke: VH

Zweifach-Steckdosen für 250 V, 6 A.
Verwendung: Aufputz, in trockenen Räumen.
Ausführung: Keramischer Sockel, Kappe aus braunem Kunstharzpreßstoff.
Nr. KK: Normalausführung, für Stecker mit 4- bzw. 4- und 5-mm-Steckerstiften.

Firma *Richter & Co.*, Fabrik elektrischer Bedarfsartikel «Antifax», *Wil* (St. Gallen).

Fabrikmarke: KTP A, RTW

Zweipolige Stecker für 250 V, 6 A.
Verwendung: in trockenen Räumen.
Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem (Nr. 51, 52, 55 und 56) bzw. braunem (Nr. 53, 54, 57 und 58) Kunstharzpreßstoff.
Nr. 52, 54, 56 u. 58: Sonderausführung, mit je einem 4 mm-Rundstift- und einem 2,5 × 4 mm-Flachstift.
Nr. 51, 53, 55 u. 57: Sonderausführung, mit 2 Flachstiften 2,5 × 4 mm.
Verwendung: in feuchten Räumen.
Ausführung: Steckerkörper aus braunem Kunstharzpreßstoff.
Nr. 60: Sonderausführung, mit je einem 4 mm-Rund- und einem 2,5 × 4 mm-Flachstift.
Nr. 59: Sonderausführung, mit 2 Flachstiften 2,5 × 4 mm.

Ab 1. Februar 1936.

Firma *A. Grossauer*, Fabrik elektr. Artikel, *St. Gallen-W.*

Fabrikmarke: AGRO

Zweipolige Wandsteckdosen mit Erdkontakt (2 P + E) für 250 V, 6 A.
Verwendung: Aufputz, in trockenen und feuchten Räumen.
Ausführung: Sockel und Kappe aus keramischem Material.
Nr. 18155: Normalausführung, für Stecker mit einer 4-mm-Kontaktbüchse (Erde) und zwei 4-mm-Stiften bzw. je einem 4- und 5-mm-Stift (Normblatt Nr. SNV 24301).

Verbindungsdosen.

Ab 15. Januar 1936.

Firma *A. Grossauer*, Fabrikation elektr. Artikel, *St. Gallen-W.*

Fabrikmarke: AGRO

Klemmeneinsätze für 380 V, 6 A.
Verwendung: In den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Dosen in trockenen, staubigen, feuchten und nassen Räumen.
Ausführung: Porzellansockel mit eingekitteten Anschlussklemmen.
Nr. 2773/E: mit max. 6 Anschlussklemmen.

Ab 15. Januar 1936.

Firma *Rudolf Schmidt*, Fabrik elektrotechnischer Artikel, *Stein* (Aargau).

Fabrikmarke: R.S.

Klemmeneinsätze für 380 V, 6 A.
Verwendung: für gewöhnliche und staubsichere Verbindungsdosen.
Ausführung: aufschraubbare keramische Sockel mit eingekitteten Mantelklemmen bzw. Klemmen mit Maden- oder Kopfschrauben.
Nr. 1100/3: mit 3 Anschlussklemmen.
Nr. 1100/4: mit 4 Anschlussklemmen.

Klemmeneinsätze für 500 V, 15 A.
Verwendung: für gewöhnliche und staubsichere Verbindungsdosen.
Ausführung: aufschraubbare keramische Sockel mit eingekitteten Klemmen, mit Madenschrauben und Spannringen.
Nr. 1101/4: mit 4 Anschlussklemmen.

Verzicht auf die Führung des Qualitätszeichens des SEV.

Die Firma

H. Weidmann A.-G., Rapperswil,

ist auf den 31. Januar 1936 vom Vertrag betreffend das Recht zur Führung des Qualitätszeichens für

Steckkontakte

zurückgetreten. Von diesem Datum an ist die genannte Firma folglich nicht mehr berechtigt, Stecker und Kupplungssteckdosen mit dem Firmenzeichen W mit dem Qualitätszeichen des SEV auf den Markt zu bringen.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des SEV und VSE.

Totenliste.

Am 12. August 1935 starb im Alter von 65 Jahren Herr *Siegfried Meyer*, Ingenieur, Luzern, Mitglied des SEV seit 1900. Wir sprechen der Trauerfamilie unser herzliches Beileid aus. — Ein Nachruf folgt.

Am 15. November 1935 in Lausanne im Alter von erst 26 Jahren Herr *René Couchepin*, Ingenieur, nach kaum einjähriger Mitgliedschaft im SEV. Wir sprechen der Trauerfamilie unser herzliches Beileid aus.

Ein Nachruf findet sich auf Seite 93.

Elektrowirtschaft.

Herr Dr. *E. Fehr*, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., trat auf 1. Januar 1936 als Vorsitzender der «Elektrowirtschaft» zurück, bleibt aber Mitglied des Ausschusses. Die Geschäfte des Vorsitzenden werden auf Wunsch des Ausschusses von Herrn Direktor W. Pfister, Solothurn, provisorisch übernommen. Die nächste Mitgliederversammlung wird die definitive Wahl des Vorsitzenden zu treffen haben.

Einbanddecken für das Bulletin des SEV.

Der Verlag des Bulletin des SEV liefert wie in früheren Jahren die Einbanddecke, und zwar zum Preise von Fr. 2.—. Bestellungen sind an die A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich, Stauffacherquai 36/38, zu richten. Auch für frühere Jahrgänge können noch Einbanddecken nachbestellt werden.

IFK-Anforderungen.

Die internationalen Installationsfragenkommission (IFK) hat «Anforderungen an zweipolige Gerätesteckvorrichtungen 10 A 250 V» aufgestellt. Diese Anforderungen können beim Generalsekretariat des SEV und VSE, Zürich, Seefeldstr. 301, zum Preise von Fr. 2.— bezogen werden.

4. Plenarversammlung der CMI vom 13. bis 18. Januar 1936 in Paris.

Die 3. Plenarversammlung der «*Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines (CMI)*», vom 15. bis 21. Juli 1932 in Paris (siehe Bull. SEV 1932, Nr. 17, S. 449), hatte die nächste Vollversammlung auf Oktober 1934 vorgesehen. Unvorhergesehene Umstände, vor allem der Hinschied der Herren Prof. Breisig, Präsident, und Chappuis, Vizepräsident der CMI, welche im April, bzw. im Januar 1934 starben, machten eine mehrmalige Verschiebung der 4. Plenarversammlung, schliesslich bis Januar 1936, unumgänglich.

Unter der Führung von Herrn Dr. Jäger, Ministerialrat bei der deutschen PTT-Verwaltung in Berlin, welcher seit dem Tode von Prof. Breisig interimistisch den Vorsitz der CMI inne hatte, prüfte die 4. Plenarversammlung während einer vollen Woche strenger Arbeit etwa 60 mehr oder weniger ausführliche, durch zahlreiche mündliche Mitteilungen ergänzte Fachberichte, welche die beiden Sektionen der CMI betreffen, nämlich:

1. Sektion: Schutz der Fernmeldeleitungen gegen den störenden Einfluss der Starkstromanlagen.
2. Sektion: Schutz der unterirdischen Leitungen gegen elektrolytische und chemische Korrosion.

Die Arbeit der CMI wird zwischen 18 Studienkomiteen aufgeteilt, wovon 10 (Nr. 1—10) der 1. Sektion und 8 (Nr. 21—28) der 2. Sektion angehören:

Nr. 1: Störender Einfluss der Starkstromanlagen.
» 2: Gleichrichter und Mutatoren.
Nr. 3: Nullpunktserdung der Kraftübertragungsnetze.
» 4: Leitfähigkeit der Bahnschienen.
» 5: Einfluss der Stromschwankungen in Gleichstrom-Fahrleitungen.
» 6: Induzierte Störgeräusche in Telephonleitungen.
» 7: Unsymmetrie der Telephon-Fernleitungen gegenüber Erde.
» 8: Gegenseitige Induktion bei Erd-Rückleitung.
» 9: Schutzmittel gegen Knackgeräusche.
» 10: Beeinflussung der Fernmeldeleitungen durch Hochspannungsleitungen.
» 21: Literaturnachweis; Statistik; Bibliothek.
» 22: Praktische Untersuchungen von typischen Fällen elektrolytischer Einwirkungen.
» 23: Messeinrichtungen.
» 24: Allgemeine Studien über Entstehung und Verlauf der Streuströme.
» 25: Korrosionsvorgang (Wirkung der Streuströme auf die Leitungen).
» 26: Elektrische Drainage und Isolierstösse.
» 27: Schutz der Leitungen gegen Korrosion.
» 28: Störungen nicht elektrolytischer und nicht chemischer Natur an unterirdischen Leitungen oder an Behältern brennbarer Flüssigkeiten, durch Funkenbildung in Anwesenheit induzierter oder vagabundierender Ströme.

Die sehr wertvollen Ergebnisse der Beratungen in der 4. Plenarversammlung der CMI werden bereits im Monat Februar in Buchform erscheinen und wir machen heute schon Interessenten auf diese wichtige Publikation aufmerksam.

An der Pariser Tagung nahmen etwa 60 Delegierte teil, Fachleute auf dem Gebiete der Induktion und der Korrosion, die aus Belgien, Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Holland, Italien, Japan, Polen, Russland und der Schweiz kamen. Ausser den grossen internationalen Vereinigungen, wie das «Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance (CCI)», die «Union internationale des chemins de fer (UIC)», die «Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (UIPD)» und die «Conférence internationale des grands réseaux électriques à haute tension (CIGRE)», waren auch die Telephonverwaltungen zahlreicher Länder, die elektrotechnischen Vereine Frankreichs, Grossbritanniens, Italiens und der Schweiz, Verbände von Gas-Fachleuten sowie einige Grossfirmen und Laboratorien der Elektroindustrie und der Kabelfabrikation offiziell vertreten.

In der Schlußsitzung der 4. Plenarversammlung der CMI, am 18. Januar, wurden die Herren Dr. Jäger (Deutschland) als Präsident der CMI, Marshall (England) als Vorsitzender der 1. Sektion und Prof. Soleri (Italien) als Vorsitzender der 2. Sektion der CMI mit Akklamation gewählt. Ferner wurde Herr Brylinski, Délégué général der UIPD, welcher infolge vorgerückten Alters seine berufliche Tätigkeit eingestellt, als erstes Ehrenmitglied der CMI gewählt, wo er von Anfang an eine führende Rolle spielte. Sämtliche Delegierte wünschen aufrichtig, dass Herr Brylinski, trotz seines offiziellen Uebertrittes in den Ruhestand, der CMI noch weiterhin seine wertvolle Mitarbeit angedeihen lassen wird.

Wir möchten diese kurze Berichterstattung nicht schliessen, ohne ein Wort des Dankes an den unermüdlichen Sekretär der CMI, Herrn Ollier, und an den Generalsekretär des CCI, Herrn Valensi, der ihm ständig zur Seite stand. Der Kompetenz und freundlichen Bereitwilligkeit dieser beiden Herren sowie der Tüchtigkeit ihres geschulten Personals ist zum grossen Teil die reibungslose Abwicklung des höchst beladenen Programmes zu verdanken. *Bq.*

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e^ Année | Nº 4 | Vendredi, 21 Février 1936

L'activité de nos jeunes ingénieurs et techniciens dans les pays d'outre-mer.

Sur l'initiative du Service Technique Suisse de Placement à Zurich, la Société Suisse des Constructeurs de Machines a organisé récemment une réunion de personnalités compétentes, pour discuter des moyens propres d'aider nos ingénieurs et techniciens à trouver un emploi dans les pays d'outre-mer, en particulier en Amérique latine où des signes certains d'un redressement économique se manifestent. Au cours de cette réunion, on fut fort surpris d'entendre des personnes expérimentées prétendre qu'en dépit des conditions de travail actuellement précaires dans notre pays pour le personnel technique, il était difficile de trouver de jeunes ingénieurs et techniciens *qualifiés* qui soient disposés à émigrer en outre-mer. Un grand nombre d'entre eux prétendent, il est vrai, être prêts à s'y rendre. Mais au moment où ils devraient prendre une décision définitive et où ils sont placés en face des conditions d'existence effectives du pays en question, ils ont tant de «si» et de «mais» à objecter que les pourparlers doivent être interrompus, pour éviter au jeune homme un échec certain.

Que veut dire, en réalité, «être prêt» à assumer un poste dans un pays d'outre-mer? Avant tout, cela revient à se sentir pleinement et entièrement capable d'accepter les risques d'un tel poste, moins au physique, qu'au point de vue moral et social. Dans les pays d'outre-mer, le jeune homme est beaucoup plus isolé que dans sa patrie. Non seulement, il ne peut compter sur ses parents et connaissances, mais il est souvent entouré de mauvais exemples de tous genres. Assumer les risques d'un emploi d'outremer revient d'autre part à renoncer à toute idée «d'une position assurée», «d'un avancement garanti», «d'un droit à la retraite» et à tous les privilèges que notre pays si prévoyant met sur la route de notre jeunesse suisse et qui menacent toujours plus d'endormir son initiative dans un sommeil de prince charmant.

Un jeune ingénieur débarqua à Buenos-Aires avec un «contrat sûr» en poche. Il se présenta à son nouveau patron qui le reçut en ces termes: «Je me fais fi de votre technique. Je vous ai fait venir pour gagner de l'argent. Si, après quelques mois, les recettes brutes que vous me rapporterez n'atteignent pas encore le triple de votre salaire, vous pourrez vous réembarquer.» Dans les pays d'outre-mer, celui qui veut réussir, doit être bien d'aplomb. Il peut lui arriver de flancher, mais il doit trouver seul la force de remonter la pente et de lutter contre la tempête. Personne ne l'aidera.

Cet exemple, choisi parmi tant d'autres, montre en quoi consiste le bagage principal du candidat: Outre une santé robuste et un corps sain, c'est surtout de l'*énergie* et de l'*endurance* qu'il lui faut, et une opiniâtreté à toute épreuve à vaincre les difficultés de tous genres qui peuvent se trouver sur son chemin. Il doit, d'autre part, avoir une très grande confiance en soi, et être doué d'un optimisme qui ne se rebute jamais. Ce sont là des qualités qui doivent lui avoir été inculquées dans sa jeunesse. Un enfant gâté ne réussira jamais en outre-mer. La sobriété en toutes choses, le savoir vivre et une éducation soignée sont encore aujourd'hui, pour le technicien, les qualités maîtresses qu'il doit emporter de la maison natale.

Ce n'est qu'après s'être persuadé qu'il possède pour la plus grande part les qualités que nous venons de citer que le jeune ingénieur ou technicien doit examiner quelles sont les connaissances techniques qu'il pourra faire valoir. Or, chacun ne peut avoir une éducation universelle. Ce qui lui rendra le mieux service, c'est un bon apprentissage d'atelier, qui lui permettra, au besoin, de gagner sa vie comme serrurier-mécanicien ou comme contremaître. Mais, ce qui distingue entre tous le technicien vraiment apte à travailler en outre-mer, ce sont ses facultés d'adaptation dans la profession choisie comme dans les domaines voisins. L'ingénieur vendeur doit p. ex. se mettre au courant des particularités de l'industrie du sucre ou du salpêtre. Le technicien qui se voue à l'exploitation doit être versé dans les questions d'achat et de prix de revient. Chacun doit être à même de pouvoir collaborer avec des collègues ou subordonnés de caractère et d'éducation différents des siens. Lorsqu'il s'agit de trancher une question professionnelle, on se trouve, là-bas, plus isolé que dans notre pays, et seul celui capable de développer une certaine fantaisie sera en mesure de trouver seul la solution de problèmes techniques souvent difficiles.

Parmi les connaissances indispensables, celle des langues joue naturellement un rôle important, mais non absolument essentiel. Celui qui se rend d'aven-

ture à l'étranger pour y battre le pavé ne peut, il est vrai, compter sur un emploi avant de parler et d'écrire couramment l'idiome national. Mais, somme toute, pour cette question également, c'est la volonté tenace d'apprendre vite et bien une langue qui finira par l'emporter.

On pourrait peut-être récapituler cette longue liste des qualités et aptitudes qui en partie, est aussi valable pour l'épouse qui accompagne éventuellement l'émigrant là-bas, en ces termes: «Seuls des gens qualifiés et courageux osent prétendre à un emploi dans un pays d'outre-mer». Mais, d'où vient que, précisément de nos jours, où les occasions de travail sont rares dans notre pays, certaines mises au concours d'emplois techniques dans des pays d'outre-mer trouvent si peu de candidats sérieux, et à quoi attribuer le fait que, par exemple, le contingent d'immigration accordé par les U. S. A. à la Suisse ne soit pas utilisé. Le chef du personnel d'une grande fabrique, qui cherchait des candidats pour certains postes d'outre-mer, a dû entendre, dans l'espace de quelques semaines, la même objection, émise par deux jeunes capables: «Oh, vous savez, j'aime tant nos montagnes et j'adore faire du ski». Est-ce là le résultat de la formation de notre jeunesse par le sport? Et avant tout, cet attachement sentimental à nos montagnes est-il la synthèse du vrai amour de la patrie que nous sommes en droit d'attendre de nos jeunes gens? Quelle conception bien plus élevée de cet amour manifestent les innombrables pionniers de la main-d'œuvre suisse dans tous les pays du globe par les services éminents qu'ils rendent jour pour jour à leurs compatriotes restés à la maison, comme représentants d'entreprises suisses, comme acheteurs de nos produits et comme pionniers de beaucoup d'industries.

Nous ne voulons et n'osons pas admettre que, parmi nos jeunes techniciens, le libre esprit de pionnier ait complètement disparu. Il y a certainement parmi eux des jeunes gens qui se sentent de force à faire leur chemin dans la vie loin de nos belles montagnes et sans le bouclier de contrats d'engagement dont les paragraphes lient leur existence. C'est pour cela qu'il faut savoir pleinement apprécier l'initiative lancée par le Service Technique Suisse de Placement, qui a pour but d'aider à l'élite de notre jeune génération à trouver sa voie.

Le Service Technique Suisse de Placement invite tous ceux qui, en prenant bien à cœur les avertissements de cet article, se considèrent comme capables de se créer une position comme ingénieur ou technicien en Amérique du Sud, à s'annoncer à son siège (Tiefenhöfe 11, Zürich 1) jusqu'au 15 mars 1936.

Lv.

Transformatoren mit magnetischen Nebenschlüssen.

Von *E. Wirz*, Neuenstadt (Bern).

621.314.232

Es wird ein Ueberblick über die Frage des magnetischen Nebenschlusses im Kreis der Wechselkraftflüsse eines Transformators gegeben und gezeigt, dass hierbei aus den Patentschriften vier verschiedene Gruppen von Transformatoren zu unterscheiden sind. Für die am wenigsten bekannte Gruppe, mit luftspaltfreien Nebenschlüssen, werden die für die Berechnung nötigen Beziehungen auf vektorgeometrischer Grundlage hergeleitet, welche auch auf den mit Luftstrecke versehenen Nebenschluss Anwendung finden, und die besonderen Merkmale besprochen. An einem kurzen Berechnungsbeispiel werden die Berechnungsergebnisse besprochen und erläutert.

L'auteur expose la question du shunt magnétique dans le circuit magnétique d'un transformateur. D'après les exposés d'invention, on peut distinguer quatre groupes différents de transformateurs. Pour le groupe le moins connu, avec shunts sans entrefer, l'auteur établit en notation vectorielle les relations nécessaires au calcul, relations qui peuvent aussi être appliquées aux shunts à entrefer, et en discute les caractères particuliers. A l'aide d'un exemple numérique, l'auteur explique la genèse de ses déductions.

I. Allgemeines.

1. Die Typen der Streutransformatoren.

Durchblättert man die in- und ausländischen Patentschriften über die Transformatoren, im besonderen über die mit magnetischem Nebenschluss, so fällt die grosse Zahl dieser Schriften auf, obschon in der einschlägigen Fachliteratur nur sehr spärliche und mangelhafte Angaben zu finden sind. Diese Erscheinung kommt daher, dass der magnetische Nebenschluss für eine normale Transformatorkonstruktion wenig oder gar nicht in Betracht kommt und, zweitens, es sich hierbei um sehr komplizierte magnetische Vorgänge handelt, die im allgemeinen nicht sehr einfach mathematisch-physikalisch zu bearbeiten sind; wertvolle Erscheinungen blieben vielleicht deshalb für den Transformatorenbau bisher verborgen.

An sich ist der magnetische Nebenschluss für den Transformator eine altbekannte Sache; seine Entstehung reicht bereits in die Anfänge der Elektrotechnik zurück. Er wurde zu bereits seit langem bekannten Konstruktionen verwendet. Die bekannteste Konstruktion dieser Art ist der Transformator von Elihu Thomson, bei welchem die Primärwicklung fest, während die Sekundärwicklung beweglich angeordnet ist, so dass diese entsprechend der gewünschten Streuung eingestellt werden kann. Dieser Typ gehört zu der Gruppe von Transformatoren, welche ausschliesslich durch Luftstreuung reguliert werden.

Eine andere Art von Streutransformatoren derselben Gruppe sind mit festen Primär- und Sekundärwicklungen ausgestattet, bei welchen zwischen oder oberhalb oder unterhalb dieser Wicklungen besondere Hilfswicklungen angeordnet sind, die durch Verschieben eine Vergrösserung oder Verkleinerung der Streuung bewirken. Auch hierbei wird der Luftraum als Streupfadnebenschluss verwendet.

Eine weitere Art von Streutransformatoren sind die mit festen Primär- und Sekundärwicklungen, bei welchen zwischen die Wicklungen ein magnetischer Nebenschluss, bestehend aus Luft und Eisen, eingeschaltet wird. Solche Transformatoren haben in der Regel den Zweck, den Sekundärstrom zu begrenzen oder konstant zu halten, wobei vielfach in den Streukraftlinienweg noch Kupferplatten derart eingeschoben werden, dass diese wie eine Kurzschlusswicklung wirken, und zwar durch Verändern der Lage der Platte, mehr oder weniger stark.

Ordnen wir diese vorkommenden Streutransformatoren in bezug auf die Ausführung und Art des magnetischen Nebenschlusses, so können wir vier verschiedene Gruppen unterscheiden.

Zur *ersten Gruppe* gehören alle Streutransformatoren, bei welchen eine Veränderung der Streuung zwischen den Wicklungen durch Verschieben der Wicklungen gegeneinander erzielt wird, wobei der magnetische Streupfadnebenschluss vorwiegend

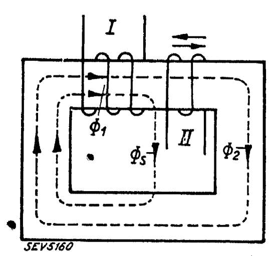


Fig. 1.
Streutransformator mit verschiebbaren Wicklungen zur Streuungsregulierung (Gruppe 1).

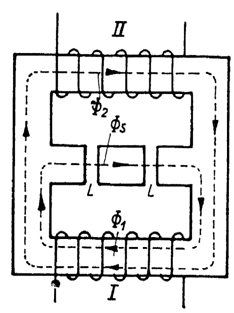


Fig. 2.
Streutransformator mit magnetischem Nebenschluss bestehend aus Luft und Eisen (Gruppe 2).

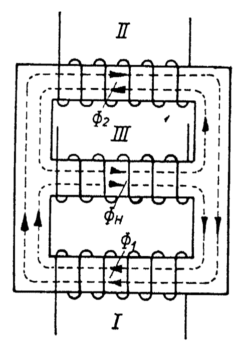


Fig. 3.
Streutransformator mit magnetischem Nebenschluss und Hilfswicklung (III) zur Streuungsregulierung (Gruppe 3).

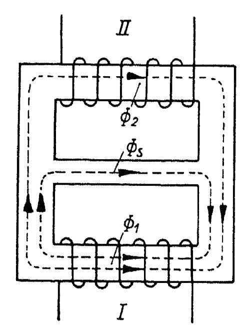


Fig. 4.
Streutransformator mit luftspaltfreiem, magnetischem Nebenschluss, bei welchem die Kraftflüsse im umgekehrten Verhältnis zu den magnet. Widerständen beider Kreise stehen (Gruppe 4).

aus Luft besteht. In Fig. 1 ist diese Gruppe schematisch dargestellt; die Richtung der Pfeile gibt an, wie die Wicklung verschiebbar ist. Alle diese Anordnungen mit Luft als magnetischem Nebenschluss können in der Regel nicht eindeutig berechnet werden. Zufällige Aenderungen am Gehäuse, Gestänge, aktiven Eisenkörper usw. können unter Umständen eine sehr grosse ungewollte Wirkung verursachen und das gewünschte Resultat verunmöglichen, namentlich wenn als Material für diese Teile Eisen verwendet wird. Dieser Umstand hatte offenbar zur Folge, dass diese Konstruktionen nur für sehr kleine Leistungen verwendet werden.

Bei der *zweiten Gruppe* sind die Wicklungen fest angeordnet; zwischen ihnen liegt der aus Luft und Eisen gebildete Nebenschluss (Fig. 2). Hierbei kann der Streupfadnebenschluss auch aus Eisenblechstücken bestehen, welche in beliebiger Zahl zwischen die Wicklungen eingeschoben werden, bis der gewünschte Grad der Streuung erreicht ist. Auch dieser Anordnung haftet eine grosse Unsicherheit an, da der stets überwiegende Luftweg des Nebenschlusses undefinierbare Verhältnisse mit sich bringt und deshalb die an ihn gestellten Anforderungen meistens nicht oder nur sehr beschränkt erfüllt. Aus diesem Grunde wird diese Anordnung nur für spezielle Zwecke verwendet und die Leistung, für welche derartige Transformatoren gebaut werden können, ist wegen dem grossen Aufwand an Luftamperewindungen für den Nebenschluss beschränkt.

Bei der *dritten Gruppe* wird die Lösung des Problems nach Fig. 3 mit Hilfskern und Hilfswicklung in verschiedenen Anordnungen oder Kombinationen der Wicklungen versucht. Diese Wicklungen auf dem Streukern haben alle den Zweck, die Streuung auf ein bestimmtes Mass zu begrenzen und einen stabilen Betrieb zwischen der Primär- und Sekundärwicklung zu ermöglichen. Eine solche Regelung mit Hilfswicklung kann nie verlustfrei arbeiten, so dass der Mehraufwand an Kupfer und an Verlusten die Anwendung solcher Transformatoren beschränkt oder doch für viele Zwecke in Frage stellt. Auch die Grösse der Leistung wird begrenzt sein, da der Mehraufwand an Material im Vergleich zum erzielten Gewinne sehr schnell mit zunehmender Leistung zu unwirtschaftlichen Konstruktionen führt und mittlere und grosse Leistungen zum vornherein ausschliesst.

Die *vierte Gruppe* besitzt einen luftspaltfreien Streustegnebenschluss (Fig. 4). Zu dieser Gruppe gehören nur sehr wenige Patente, welche sich nur in der Art der Ausführung der Streustege voneinander unterscheiden. Diese Anordnung hat den wesentlichen Vorteil vor den andern Gruppen, dass sie unter ganz bestimmten Voraussetzungen einen vollständig stabilen Betrieb zwischen der Primär- und Sekundärwicklung ermöglicht, die Streuung durch zweckmässige Wahl der magnetischen Verhältnisse auf jedes praktische Mass einstellen lässt und durch den einfachen Aufbau des ganzen Transformators für jede beliebige Leistung verwendbar wird, ohne dass die Verluste grösser als bei einem normalen Transformator werden und der Materialaufwand zu gross wird.

Aus dieser kurzen Beschreibung über diese vier verschiedenen Gruppen von Streutransformatoren geht hervor, dass die letzte Gruppe die einfachste

Konstruktion ist und es fragt sich nun, ob sie sowohl theoretisch als auch praktisch allen Anforderungen genügt, welche an sie gestellt werden können.

2. *Anwendungsgebiet der Streutransformatoren.*

In erster Linie wird ein mit vergrösserter Streuung versehener Transformator dann nötig sein, wenn die Sekundärseite betriebsmässig stossweiser Ueberlastung oder Kurzschlüssen ausgesetzt ist, wodurch im eigentlichen Transformator neben den elektrischen Ueberbeanspruchungen auch rein mechanische Schwingungen erzeugt werden, welche zusammen mit den elektrischen Beanspruchungen die Wicklungen gefährden. Als Beispiel sei der Lichtbogenschweisstransformator genannt, bei welchem sehr starke Stromschwankungen auftreten, die durch den Streutransformator gedämpft werden, ohne dass eine lästige Drosselspule in den Primärkreis oder Sekundärkreis eingeschaltet wird.

Weiter seien genannt Anlagen mit Handlampen, Beleuchtungsanlagen in Ställen und in feuchten Räumen, bei welchen stets die Gefahr besteht, dass durch Isolationsdefekte Kurzschlüsse ausgelöst werden, welche die Sicherungen zum Ansprechen bringen und damit die Anlagen ausser Betrieb setzen. In diesen Fällen kann durch Anwendung einer kleineren Betriebsspannung den Isolationsdefekten wirksam entgegengearbeitet werden, wobei der dazwischen geschaltete Streutransformator so dimensioniert werden muss, dass er dauernde Kurzschlüsse ertragen kann. Auch für Neon-Reklamebeleuchtung leistet der Streutransformator wertvolle Dienste, weil er die stets möglichen Schwingungen im Neonröhrenkreis dämpft, so dass ein sehr ruhiges Licht erzielt wird.

Bedenkt man ferner, dass auf der Sekundärseite eines guten Streutransformators im allgemeinen keine Sicherungen nötig sind, weil er Kurzschlüsse erträgt, so ergibt sich eine ausserordentlich weite Anwendungsmöglichkeit. Aber nicht nur für kleine, sondern auch für mittlere und grosse Anlagen kann der zweckmässig gebaute Streutransformator Bedeutung erlangen, da er eine viel grössere Betriebssicherheit garantiert und Schwingungen, die bei Störungen in den Leitungen entstehen, sofort dämpft.

In allen diesen Fällen zeigt sich, dass Transformatoren mit luftspaltfreiem Streusteg sich an alle Verhältnisse anpassen können und auf der Sekundärseite auftretende Kurzschlüsse aushalten, ohne dass bei Vollast der prozentuale Spannungsabfall die normalen Grenzwerte überschreitet. Bei Transformatoren mit Luftstrecken im Streusteg nimmt aber der Spannungsabfall so grosse Werte an, dass solche Transformatoren für Beleuchtungszwecke überhaupt nicht mehr in Frage kommen.

II. Der Streutransformator mit luftspaltfreiem magnetischem Nebenschluss.

Im folgenden sollen nun auf vektorgeometrischer Grundlage für den Streutransformator mit luftspaltfreiem Streustegnebenschluss die Bedingungen für den Leerlaufzustand und für die Arbeitsweise bei Belastung aufgestellt werden.

1. *Leerlaufzustand.*

Die Primärwicklung (Fig. 5) mit der Windungszahl w_1 werde an eine Primärspannung U_1 gelegt, welche in der Primärwicklung eine EMK E_1 und im Eisenkörper einen Wechselkraftfluss Φ_1 erzeugt. Ein Teil dieses Kraftflusses nimmt den Weg über den Streusteg mit dem Wert Φ_{S0} und der grössere Teil fliesst über den Sekundärkreis mit dem Kraft-

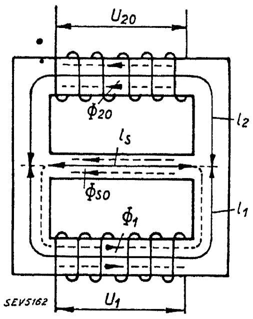


Fig. 5.
Schematische Darstellung d. Streutransformators mit magnetischem, luftspaltfreiem Nebenschluss mit ihren Kraftflüssen und ihren Kraftlinienwegen bei Leerlauf.

fluss Φ_{20} und erzeugt in der Sekundärwicklung eine EMK E_{20}. Die Primärwicklung besitze einen ohmschen Widerstand R_1 und eine Reaktanz X_1, so dass die Impedanz der Wicklung bestimmbar ist aus

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{Z}_1 &= R_1 + j\,X_1 = Z_1 \cdot e^{j\varepsilon_1} \\ \text{wo } Z_1 &= \sqrt{R_1^2 + X_1^2} \\ \text{und } \operatorname{tg}\varepsilon_1 &= \frac{X_1}{R_1} \text{ ist.} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Fliesst im Primärkreis ein Wechselkraftfluss Φ_1, so wird die Primärerregung definiert durch einen Eisenquerschnitt Q_1 (cm²), eine Induktion B_1, eine mittlere Kraftlinienlänge l_1 (cm), einen spezifischen Eisenverlust P_{v1} (W/kg) und eine Eisenamperewindungszahl Iw_1 pro cm Kraftlinienlänge. Im Streusteg mit dem Leerlaufkraftfluss Φ_{S0} ist die Streuerregung bestimmt durch einen Eisenquerschnitt Q_S, eine Eisenbeanspruchung B_{S0}, eine mittlere Kraftlinienlänge l_S, eine Eisenamperewindungszahl Iw_{S0} und einen Eisenverlust von P_{vS0} (W/kg). Schliesslich fliesst im Sekundärkreis bei Leerlauf ein Wechselkraftfluss Φ_{20}, welcher bei einem Eisenquerschnitt Q_2, eine Eisenbeanspruchung B_{20} bei einer mittleren Kraftlinienlänge l_2, einer Eisenamperewindungszahl Iw_{20} und einen Eisenverlust von P_{v20} (W/kg) hervorbringt. Die Sekundärwicklung bestehe aus w_2 Windungen. Die Impedanz der Sekundärwicklung ist bestimmt durch

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{Z}_2 &= R_2 + j\,X_2 = Z_2 \cdot e^{j\varepsilon_2} \\ \text{wo } Z_2 &= \sqrt{R_2^2 + X_2^2} \\ \text{und } \operatorname{tg}\varepsilon_2 &= \frac{X_2}{R_2} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Für die einzelnen EMKe der verschiedenen Kreise gelten die Beziehungen (der Index ′ steht bei Grös-

sen, welche auf die Primärwicklung reduziert sind):

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= 4{,}44 \cdot 50 \cdot \Phi_1 \cdot w_1 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{V} \\ E'_{so} &= 4{,}44 \cdot 50 \cdot \Phi_{so} \cdot w_1 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{V} \\ E_{2o} &= 4{,}44 \cdot 50 \cdot \Phi_{2o} \cdot w_2 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{V} \\ E'_{2o} &= E_{2o} \cdot \frac{w_1}{w_2}\ \mathrm{V} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Für die Kraftflüsse und die induzierten EMKe ist vektoriell

$$\left.\begin{aligned} \Phi_1 &= \Phi_{2o} + \Phi_{so} \\ \mathfrak{E}_1 &= \mathfrak{E}'_{2o} + \mathfrak{E}'_{so} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Ist ω_1 der magnetische Widerstand des Primärkreises, ω_{2o} derjenige des Sekundärkreises bei Leerlauf und ω_{so} derjenige des Streukreises bei Leerlauf, so wirkt bei Leerlauf in diesen magnetischen Kreisen nur die magnetomotorische Kraft der Primärwicklung; für diese gilt

$$(\mathrm{MMK})_1 = F_1 = \Phi_1 \cdot \omega_1 + \Phi_{2o} \cdot \omega_{2o} = \Phi_1 \cdot \omega_1 + \Phi_{so} \cdot \omega_{so} \quad (5)$$

woraus sich das Gesetz ergibt:

$$\frac{\Phi_{2o}}{\Phi_{so}} = \frac{\omega_{so}}{\omega_{2o}} \quad (6)$$

d. h. *bei Leerlauf verhalten sich die Wechselkraftflüsse im Streusteg und im Sekundärkreis umgekehrt wie die zugehörigen magnetischen Widerstände.*

Im allgemeinen rechnet nun der Elektrotechniker nicht gern mit magnetischen Widerständen, da diese einmal nicht direkt messbar sind und zweitens die Permeabilität der verwendeten Blechqualität stets eine gewisse Unsicherheit der Rechnung mit sich bringt, so dass man vorzieht, die magnetischen Widerstände in solche Grössen umzurechnen, welche messbar und in Diagrammen darstellbar sind. Da in jedem magnetischen Kreise Amperewindungen (Durchflutung) zur Erregung der Kraftflüsse aufgewendet werden müssen und diese Kraftflüsse im Eisen auch stets Verluste mit sich bringen, so berechnet man zunächst die Durchflutung getrennt für Blind- und Wirkwerte, da beide gegeneinander um 90° phasenverschoben sind.

Für die Blindamperewindungen erhält man

$$\left.\begin{aligned} Iw_{b1} &= iw_1 \cdot l_1 + 0{,}8 \cdot \delta \cdot \frac{\Phi_1}{Q_1} \cdot \alpha \\ Iw_{b2o} &= iw_{2o} \cdot l_2 + 0{,}8 \cdot \delta \cdot \frac{\Phi_{2o}}{Q_2} \cdot \alpha \\ Iw_{bso} &= iw_{so} \cdot l_s + 0{,}8 \cdot \delta \cdot \frac{\Phi_{so}}{Q_s} \cdot \alpha \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

wenn δ die Grösse der Luftstrecken und α die Zahl der Stossfugen darstellt.

Für die Wirkamperewindungen erhält man aus den Eisenverlusten der einzelnen Kreise

$$\left.\begin{aligned} Iw_{w1} &= \sqrt{2} \cdot \frac{P_1}{E_1} \cdot w_1 \\ Iw_{w2o} &= \sqrt{2} \cdot \frac{P_{2o}}{E_1} \cdot w_1 \\ Iw_{wso} &= \sqrt{2} \cdot \frac{P_{so}}{E_1} \cdot w_1 \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Die beiden magnetischen Kreise des Streusteges und des Sekundärkreises sind parallel geschaltet und ergeben zusammen mit dem Primärkreis die resultierenden Amperewindungszahlen

$$\left.\begin{aligned} Iw_{bto} &= Iw_{b1} + \frac{Iw_{b2o} \cdot Iw_{bso}}{Iw_{b2o} + Iw_{bso}} \\ Iw_{wto} &= Iw_{w1} + \frac{Iw_{w2o} \cdot Iw_{wso}}{Iw_{w2o} + Iw_{wso}} \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Die resultierenden Amperewindungszahlen sind

$$Iw_{to} = \sqrt{(Iw_{bto})^2 + (Iw_{wto})^2} \quad (10)$$

Der Leerlaufstrom ist schliesslich bestimmt durch

$$I_{1o} = \frac{Iw_{to}}{\sqrt{2} \cdot w_1} \quad (11)$$

Betrachtet man diese Beziehungen, so ergibt sich, dass der Leerlaufstrom eines Transformators mit luftspaltfreiem Streusteg bei gleichbleibender Eisenbeanspruchung kleiner sein muss als beim normalen Transformator.

Aus den Gl. (7) bis (11) lassen sich die Wirk- und Blindleitwerte der Erregung, die Konduktanzen, Suszeptanzen und Admittanzen berechnen, die für die Aufstellung der Diagramme nötig sind und aus welchen die Teilströme für die einzelnen magnetischen Kreise bestimmt werden können. Nach den Regeln der komplexen Zahlen für Vektoren ist eine Admittanz ausgedrückt durch

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{Y} &= g - j\,b = Y \cdot e^{-j\alpha} \\ \text{wo}\quad Y &= \sqrt{g^2 + b^2} \\ \text{und}\quad \operatorname{tg}\alpha &= \frac{b}{g} \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

g ist die Konduktanz, hervorgerufen durch die Eisenverluste, und b die Suszeptanz, bestimmt durch die Amperewindung der Magnetisierung. Damit diese Vektoren der verschiedenen Kreise berechnet werden können, müssen die zugehörigen Kraftflüsse bekannt sein. Diese können durch eine Ueberschlagsrechnung näherungsweise aus den Teilspannungen mittels der Kernquerschnitte berechnet werden. Nachträglich lässt sich leicht eine Korrektur vornehmen, um die richtigen Werte der Kraftflüsse zu erhalten. Für diese Teilspannungen gilt

$$E'_{2o} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_s} \cdot E_1; \quad E'_{so} = \frac{Q_s}{Q_1 + Q_s} \cdot E_1 \quad (13)$$

Diese Teilspannungen liegen in einer Richtung und sind rein arithmetisch zu behandeln, im Gegensatz

zu Gl. (4), welche stets vektoriell aufzufassen sind. Für die Blindleitwerte oder Suszeptanz ist

$$\left.\begin{aligned} b_{1a} &= \frac{Iw_{b1}}{\sqrt{2}\cdot E_1\cdot w_1} \\ b_{so} &= \frac{Iw_{bso}}{\sqrt{2}\cdot E_1\cdot w_1} \\ b_{2o} &= \frac{Iw_{b2o}}{\sqrt{2}\cdot E_1\cdot w_1} \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

Für die Wirkleitwerte oder Konduktanz ist

$$g_{1a} = \frac{P_{v1}}{E_1^2};\quad g_{so} = \frac{P_{vso}}{E_1^2};\quad g_{2o} = \frac{P_{v2o}}{E_1^2} \quad (15)$$

Die resultierende Admittanz bei Leerlauf kann entweder aus Gl. (9) oder auch, wie weiter unten gezeigt wird, aus einer Ersatzschaltung berechnet werden. Diese zweite Berechnungsart setzt die Kenntnis der Uebersetzungsfaktoren aus den Kraftflüssen voraus und liefert sehr genaue Werte.

Für die Umrechnung der magnetischen Widerstände in die entsprechenden Admittanzen haben folgende Beziehungen Gültigkeit

$$\left.\begin{aligned} \omega_{so} &= \frac{\Phi_{so}}{Iw_{so}}\cdot 0{,}8 = \frac{\Phi_{so}\cdot 0{,}8}{\sqrt{2}\cdot E'_{so}\cdot Y_{so}\cdot w_1} = \frac{0{,}8\cdot 10^8}{\sqrt{2}\cdot 4{,}44\cdot 50\cdot w_1^2\cdot Y_{so}} \\ \omega_{2o} &= \frac{\Phi_{2o}}{Iw_{2o}}\cdot 0{,}8 = \frac{\Phi_{2o}\cdot 0{,}8}{\sqrt{2}\cdot E'_{2o}\cdot Y_{2o}\cdot w_1} = \frac{0{,}8\cdot 10^8}{\sqrt{2}\cdot 4{,}44\cdot 50\cdot w_1^2\cdot Y_{2o}} \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

Hierin ist unter den Amperewindungszahlen die Resultierende aus Wirk- und Blindwert einzusetzen, da auch die Verluste im Eisen einen Beitrag zu denselben liefert. Setzt man die Werte der Gl. (16) in Gl. (6) ein, so ergibt sich schliesslich für das Verhältnis der Wechselkraftflüsse und der EMKe die neue Beziehung

$$\frac{\Phi_{so}}{\Phi_{2o}} = \frac{E'_{so}}{E'_{2o}} = \frac{\omega_{2o}}{\omega_{so}} = \frac{Y_{so}}{Y_{2o}} \quad (17)$$

d. h. *das Verhältnis der Teilkraftflüsse und der Teilspannungen sind auch proportional den zugehörigen Teiladmittanzen.*

Werden die Teilspannungen durch die zugehörigen Teilströme und die Teiladmittanzen ausgedrückt, so erhält man für die Teilströme das Verhältnis

$$\frac{I_{2o}}{I_{so}} = \frac{Y_{2o}^2}{Y_{so}^2} \quad (18)$$

d. h. *die Teilerregerströme vom Sekundärkreis und vom Streukreis verhalten sich wie die Quadrate der zugehörigen Erregeradmittanzen.*

Die Gl. (17) und (18) sind stets vektoriell aufzufassen. Damit sind alle Zusammenhänge zwischen den Kraftflüssen, den EMKe, den Teilerregerströmen und den Erregeradmittanzen bei Leerlauf bekannt, so dass sich aus den Dimensionen eines Streutransformators die Charakteristiken eindeutig bestimmen lassen. Sind einmal die Abmessungen des Streusteges und des Sekundärkreises festgelegt, so ändern sich die Uebersetzungen nach den neuen eingetretenen magnetischen Verhältnissen. Aus der Spannungsgleichung (4) und aus Gl. (17) kann die Streuspannung E'_{so} eliminiert werden; man erhält

$$E_1 = E'_{i2o} = E'_{2o} + E'_{2o}\cdot\frac{\mathfrak{Y}_{so}}{\mathfrak{Y}_{2o}} = E'_{2o}\cdot\frac{\mathfrak{Y}_{so}+\mathfrak{Y}_{2o}}{\mathfrak{Y}_{2o}} \quad (19)$$

d. h. beim Streutransformator ist die auf die Primärwicklung reduzierte Sekundärspannung bei Leerlauf nicht mehr identisch mit der primären EMK, sondern gleich einer ideellen EMK E'_{i2o}, die von der reduzierten Sekundärspannung um so mehr abweicht, je grösser der Anteil der Streu-EMK E'_{so} wird. Für den Fall, dass $Y_{so} = 0$ wird, also der Streusteg verschwindet, wird auch $E_1 = E'_{i2o} = E'_{2o}$. In allen anderen Fällen wird E'_{2o} um so kleiner werden, je grösser die Streu-EMK E'_{so} wird. Aus diesem Grunde gibt eine Reduktion der Spannungen im Verhältnis der Windungszahlen beim Streutransformator nicht mehr den richtigen Wert

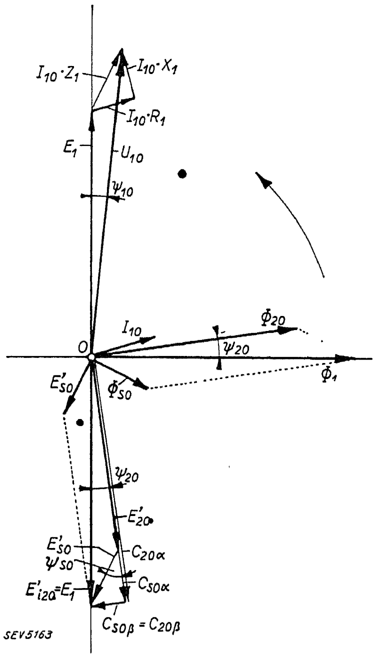


Fig. 6.
Leerlaufdiagramm des Streutransformators mit luftspaltfreiem Streustegnebenschluss.

an, sondern es muss das Verhältnis der EMKe des Streu- und Sekundärkreises mitberücksichtigt werden. Bei Leerlauf lässt sich mit diesen Beziehungen auch das Diagramm der Ströme, Spannungen und Wechselkraftflüsse aufstellen (Fig. 6). Aus dem Diagramm ergibt sich das ausgewertete Verhältnis der Spannungen und der Kraftflüsse

$$\frac{\Phi_{so}}{\Phi_{2o}} = \frac{\mathfrak{E}'_{so}}{\mathfrak{E}'_{2o}} = \frac{g_{so} - j\,b_{so}}{g_{2o} - j\,b_{2o}} = \frac{g_{so}\cdot g_{2o} + b_{so}\cdot b_{2o} - j\,(b_{so}\cdot g_{2o} - g_{so}\cdot b_{2o})}{Y_{2o}^2} = \mathfrak{C}_{so} = C_{so}\cdot e^{-j\psi_{so}} \quad (20)$$

Trennt man diesen Ausdruck in reelle und imaginäre Glieder, so ergeben sich schliesslich die Komponenten und der Absolutwert des Uebersetzungsfaktors

$$\left.\begin{aligned} C_{so\alpha} &= \frac{g_{so}\cdot g_{2o}+b_{so}\cdot b_{2o}}{Y_{2o}^2} \\ C_{so\beta} &= \frac{b_{so}\cdot g_{2o}-g_{so}\cdot b_{2o}}{Y_{2o}^2} \\ \operatorname{tg}\psi_{so} &= \frac{C_{so\beta}}{C_{so\alpha}} = \frac{b_{so}\cdot g_{2o}-g_{so}\cdot b_{2o}}{g_{so}\cdot g_{2o}+b_{so}\cdot b_{2o}} \\ C_{so} &= \sqrt{C_{so\alpha}^2+C_{so\beta}^2} \end{aligned}\right\} \quad (21)$$

Untersucht man den Ausdruck für den Phasenwinkel ψ_{so}, so ergibt sich, dass dieser zu Null wird, wenn $b_{so}\cdot g_{20}=g_{so}\cdot b_{20}$ wird. Im allgemeinen sind jedoch die Eisenwege des Streu- und Sekundärkreises sehr stark voneinander verschieden, so dass diese Bedingung praktisch nicht so leicht erfüllt werden kann. Ist jedoch diese Bedingung erfüllt, so geht der Uebersetzungsfaktor C_{so} in eine reine Zahl über und die Flüsse und EMKe werden rein arithmetisch zusammengesetzt. Dieser Fall ist bei der Dimensionierung der Streustege von einiger Bedeutung, weil sich hierbei die günstigsten Abmessungen ergeben. Für diesen Fall werden die Erregerströme phasengleich.

Auf gleiche Weise lässt sich aus Gl. (19) der Uebersetzungsfaktor zwischen den EMKe E_1 bzw. E'_{i20} und E'_{20} und ihren zugehörigen Kraftflüssen ermitteln.

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_{2o}} = \frac{\mathfrak{E}'_{i2o}}{\mathfrak{E}'_{2o}} = \frac{g_{so}+g_{2o}-j\,(b_{so}+b_{2o})}{g_{2o}-j\,b_{2o}} = \frac{(g_{so}+g_{2o})g_{2o}+(b_{so}+b_{2o})\,b_{2o}-j\,[(b_{so}+b_{2o})\,g_{2o}-(g_{so}+g_{2o})\,b_{2o}]}{Y_{2o}^2}$$

$$= \mathfrak{E}_{2o} = C_{2o}\cdot e^{-j\psi_{2o}} \quad (22)$$

Trennt man wieder die reellen und imaginären Glieder voneinander, so erhält man die Komponenten und den Absolutwert des Uebersetzungsfaktors

$$\left.\begin{aligned} C_{2o\alpha} &= 1+\frac{g_{so}\cdot g_{2o}+b_{so}\cdot b_{2o}}{Y_{2o}^2} = 1+C_{so\alpha} \\ C_{2o\beta} &= \frac{b_{so}\cdot g_{2o}-g_{so}\cdot b_{2o}}{Y_{2o}^2} = C_{so\beta} \\ \operatorname{tg}\psi_{2o} &= \frac{C_{2o\beta}}{C_{2o\alpha}} = \frac{b_{so}\cdot g_{2o}-g_{so}\cdot b_{2o}}{Y_{2o}^2+g_{so}\cdot g_{2o}+b_{so}\cdot b_{2o}} \\ C_{2o} &= \sqrt{C_{2o\alpha}^2+C_{2o\beta}^2} \end{aligned}\right\} \quad (23)$$

Für den Phasenwinkel ψ_{20} gelten die gleichen Gesichtspunkte wie für ψ_{so}; es wird $\psi_{20}=0$, wenn $b_{so}\cdot g_{20}=g_{so}\cdot b_{20}$ wird, wobei $C_{so\beta}=C_{20\beta}=0$ ist.

Im allgemeinen zeigen diese Beziehungen, dass Luftstrecken im Streusteg die Verhältnisse für die Spannungen und Ströme so ungünstig beeinflussen, dass damit kaum ein praktisch brauchbares Resultat erzielt werden kann.

Das Verhältnis der Erregerströme I_{s0} und I_{20} aus Gl. (18) lässt sich nun auch auswerten; es ist

$$\frac{\mathfrak{J}_{so}}{\mathfrak{J}_{2o}} = \frac{\mathfrak{Y}_{so}^2}{\mathfrak{Y}_{2o}^2} = \frac{(g_{so}-j\cdot b_{so})^2}{(g_{2o}-j\cdot b_{2o})^2} =$$

$$\frac{(g_{so}-j\cdot b_{so})^2\cdot(g_{20}+j\cdot b_{20})^2}{g_{2o}^4+b_{2o}^4} = C_{Iop}\cdot e^{-j\psi_{Iop}} \quad (24)$$

Durch Trennen in reelle und imaginäre Glieder lässt sich dieser Vektor in seine Komponenten zerlegen, jedoch haben diese für die Berechnung des Streutransformators keine besondere Bedeutung.

Mit diesen Uebersetzungsfaktoren und ihren Komponenten bei Leerlauf kann nun auch die exakte Rechnung der resultierenden Admittanz durchgeführt werden. Zu diesem Zwecke ist eine

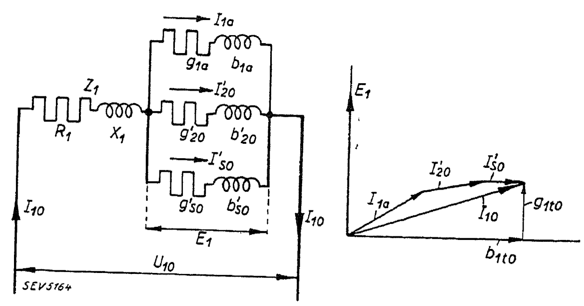


Fig. 7.
Ersatzschaltung des Streutransformators bei Leerlauf mit Stromdiagramm zur exakten Bestimmung der Leerlaufadmittanz.

Ersatzschaltung für die Erregerkreise bei Leerlauf nötig, die in Fig. 7 mit dem Stromdiagramm dargestellt ist. Die drei Erregerkreise bilden unter sich parallele Stromkreise, welche von der EMK E_1 gespiesen werden. Vektoriell ist deshalb der Leerlaufstrom

$$\mathfrak{J}_{1o} = \mathfrak{J}_{1a}+\mathfrak{J}'_{2o}+\mathfrak{J}'_{so} \quad (25)$$

Die Teilspannungen werden aus Gl. (4), (20) und (22) als Funktion der EMK E_1 berechnet

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}'_{2o} &= \mathfrak{E}_1\cdot\frac{1}{\mathfrak{E}_{2o}} \\ \mathfrak{E}'_{so} &= \mathfrak{E}_1\cdot\frac{\mathfrak{E}_{2o}-1}{\mathfrak{E}_{2o}} \end{aligned}\right\} \quad (26)$$

Die einzelnen Teilströme der Fig. 7 sind damit eindeutig bestimmt durch

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{J}_{1o} &= \mathfrak{E}_1\cdot\mathfrak{Y}_{1to} \\ \mathfrak{J}_{1a} &= \mathfrak{E}_1\cdot\mathfrak{Y}_{1a} \\ \mathfrak{J}_{2o} &= \mathfrak{E}'_{2o}\cdot\mathfrak{Y}_{2o} = \mathfrak{E}_1\cdot\frac{\mathfrak{Y}_{2o}}{\mathfrak{E}_{2o}} = \mathfrak{E}_1\cdot\mathfrak{Y}'_{2o} \\ \mathfrak{J}'_{so} &= \mathfrak{E}'_{so}\cdot\mathfrak{Y}_{so} = \mathfrak{E}_1\cdot\frac{\mathfrak{E}_{2o}-1}{\mathfrak{E}_{2o}}\cdot\mathfrak{Y}_{so} = \mathfrak{E}_1\cdot\mathfrak{Y}'_{so} \end{aligned}\right\} \quad (27)$$

Die resultierende Leerlaufadmittanz ergibt sich damit

$$\mathfrak{Y}_{1to} = \mathfrak{Y}_{1a} + \mathfrak{Y}'_{2o} + \mathfrak{Y}'_{so} = \mathfrak{Y}_{1a} + \frac{\mathfrak{Y}_{2o}}{\mathfrak{E}_{2o}} + \frac{\mathfrak{E}_{2o}-1}{\mathfrak{E}_{2o}} \cdot \mathfrak{Y}_{so} \quad (28)$$

Durch Trennen in reelle und imaginäre Glieder erhält man schliesslich

$$g_{1to} = g_{1a} + \frac{g_{so} \cdot (C_{so\alpha} + C_{so}^2) + g_{2o} \cdot (1 + C_{so\alpha}) + (b_{2o} - b_{so}) \cdot C_{so\beta}}{C_{2o}^2}$$

$$b_{1to} = b_{1a} + \frac{b_{so} \cdot (C_{so\alpha} + C_{so}^2) + b_{2o} \cdot (1 + C_{so\alpha}) + (g_{so} - g_{2o}) \cdot C_{so\beta}}{C_{2o}^2}$$

$$\operatorname{tg} \psi_{1to} = \frac{b_{1to}}{g_{1to}}; \quad Y_{1to} = \sqrt{g_{1to}^2 + b_{1to}^2} \quad (29)$$

Wie diese Beziehungen zeigen, übt der Streustegnebenschluss einen um so stärkeren Einfluss auf die Leerlaufadmittanz aus, je grösser der abzulenkende Streukraftfluss wird.

Der Leerlaufstrom kann aus Gl. (29) ebenfalls berechnet werden durch Multiplikation mit der primären EMK E_1

$$\left.\begin{aligned} I_{1ow} &= E_1 \cdot g_{1to} \\ I_{1ob} &= E_1 \cdot b_{1to} \\ I_{1o} &= E_1 \cdot Y_{1to} \end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Zur vollständigen Berechnung der Leerlaufverhältnisse des Streutransformators ist noch die primäre Klemmenspannung erforderlich, welche bestimmt ist durch

$$\mathfrak{U}_{1o} = \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{J}_{1o} \cdot \mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{E}_1 \cdot (1 + \mathfrak{Y}_{1to} \cdot \mathfrak{Z}_1) = \mathfrak{E}_1 \cdot \mathfrak{C}_{1o} \quad (31)$$

C_{1o} stellt den Leerlaufübersetzungsfaktor zwischen der EMK E_1 und der Klemmenspannung der Primärwicklung dar und ist bestimmt durch

$$\mathfrak{C}_{1o} = 1 + g_{1to} \cdot R_1 + b_{1to} \cdot X_1 - j\,(R_1 \cdot b_{1to} - Y_1 \cdot g_{1to}) \quad (32)$$

Durch Trennen in reelle und imaginäre Glieder erhält man schliesslich die Komponenten und den absoluten Wert des Uebersetzungsverhältnisses

$$\left.\begin{aligned} C_{1o\alpha} &= 1 + g_{1to} \cdot R_1 + b_{1to} \cdot X_1 \\ C_{1o\beta} &= R_1 \cdot b_{1to} - X_1 \cdot g_{1to} \\ \operatorname{tg} \psi_{1o} &= \frac{C_{1o\beta}}{C_{1o\alpha}} = \frac{R_1 \cdot b_{1to} - X_1 \cdot g_{1to}}{1 + g_{1to} \cdot R_1 + b_{1to} \cdot X_1} \\ C_{1o} &= \sqrt{C_{1o\alpha}^2 + C_{1o\beta}^2} \end{aligned}\right\} \quad (33)$$

Mit Hilfe dieser Beziehungen lässt sich der Streutransformator bei Leerlauf einwandfrei nachrechnen.

2. *Belastung des Streutransformators.*

Wird der Streutransformator bis zum Kurzschluss belastet, so fliesst durch die Sekundärwicklung ein Kurzschlußstrom I_{2k}, welcher im Sekundärkern einen Wechselkraftfluss erzeugt und zusammen mit dem bestehenden Wechselkraftfluss der Sekundärwicklung eine resultierende EMK E_{2kt} aufdrückt. Diese EMK E_{2kt} ist bestimmt durch die Impedanz Z_2 der Sekundärwicklung und dem Kurzschlußstrom I_{2k}

$$E_{2kt} = I_{2k} \cdot Z_2 \quad (34)$$

Der durch den sekundären Kurzschlußstrom erzeugte Wechselkraftfluss Φ_{2k} schliesst sich über den Streusteg und bringt eine magnetomotorische Kraft von der Grössenordnung

$$F_{2k} = 1{,}25 \cdot I_{2k} \cdot w_2 \quad (35)$$

hervor, wo w_2 die sekundäre Windungszahl ist.

In Fig. 8 ist die Schaltung bei Kurzschluss dargestellt und es sind die verschiedenen Wechselkraftflüsse eingezeichnet. Im Primärkreis fliesst nur der Hauptkraftfluss Φ_1, während im Sekundärkreis der

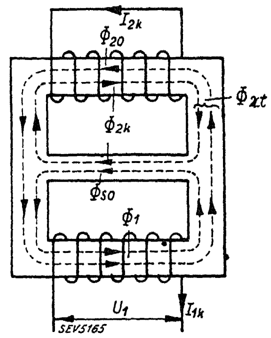


Fig. 8.
Schematische Darstellung des Streutransformators mit luftspaltfreiem Streustegnebenschluss bei Kurzschluss.

Wechselkraftfluss $\Phi_{20} - \Phi_{2k}$ wirkt, da der sekundäre Kurzschlusskraftfluss dem Hauptkraftfluss entgegenwirkt. Im Streusteg dagegen wirken der Leerlaufstreukraftfluss und der sekundäre Kurzschlusskraftfluss im gleichen Sinne, so dass dort vektoriell der resultierende Kraftfluss $\Phi_{so} + \Phi_{2k}$ fliessen muss. Bei Kurzschluss wirken die MMKe im Sekundärkreis

$$F - F_{2k} = \Phi_1 \cdot \omega_1 + \Phi_{2t} \cdot \omega_{2t} \quad (36)$$

wenn ω_{2t} den magnetischen Widerstand des Sekundärkreises für den Kraftfluss $\Phi_{2t} = \Phi_{20} - \Phi_{2k}$ darstellt. Für den Streusteg ist analog die MMKe

$$F + F_{2k} = \Phi_1 \cdot \omega_1 + \Phi_{st} \cdot \omega_{st} \quad (37)$$

Durch Einsetzen der MMKe in Gl. (36) und (37) erhält man bei Kurzschluss

$$\Phi_{2o} \cdot \omega_{2o} + \Phi_{so} \cdot \omega_{so} = \Phi_{st} \cdot \omega_{st} + \Phi_{2t} \cdot \omega_{2t} \quad (38)$$

d. h. *der Kurzschlusszustand ist durch den Leerlaufzustand eindeutig bestimmt und kann nur geändert werden durch eine Aenderung der Streustegdimension, des Sekundärkreises und der Wicklungsdimensionen primär und sekundär.*

Diese Bestimmungsgleichung (38) gilt auch dann noch, wenn der Streukreis mit einer Luftstrecke versehen wird. Hierbei wird der magnetische Widerstand sehr gross und dementsprechend der Streukraftfluss reduziert. Die Wechselkraftflüsse bei Belastung sind vektoriell

$$\Phi_1 = \Phi_{st} + \Phi_{2t} = (\Phi_{so} + \Phi_{2k}) + (\Phi_{2o} - \Phi_{2k}) = \Phi_{so} + \Phi_{2o} \quad (39)$$

d. h. *bei Kurzschluss oder auch bei einer beliebigen Belastung ist der erzeugte Wechselkraftfluss nur allein durch die beiden Erregerkraftflüsse der Streu- und Sekundärkreise bestimmt und der zusätzliche Stromkraftfluss des Sekundärkreises verändert nur die magnetischen Verhältnisse des Streu- und Sekundärkreises.*

Aus diesem Gesetz erkennt man, dass das Gesetz Gl. (6) nicht nur bei Leerlauf Gültigkeit hat, sondern auch bei jeder beliebigen Belastung gelten muss. Bei einer beliebigen Belastung ist

$$\frac{\mathfrak{E}'_{st}}{\mathfrak{E}'_{2t}} = \frac{\Phi_{st}}{\Phi_{2t}} = \frac{\omega_{2t}}{\omega_{st}} = \frac{\mathfrak{Y}_{st}}{\mathfrak{Y}_{2t}} = \mathfrak{C}_{st} \qquad (40)$$

wenn Y_{2t} und Y_{st} die Belastungsadmittanzen des Streu- und Sekundärkreises darstellen. C_{st} stellt dann den Uebersetzungsfaktor zwischen den EMKe des Streu- und Sekundärkreises bei Belastung dar. Eine Auswertung von Gl. (40) kann auf einfachere Weise aus den Leerlaufkonstanten ermittelt werden, wie weiter unten gezeigt wird.

Wie beim Leerlauf sind die Grössen des Sekundär- und Streukreises untereinander und gegenüber dem Primärsystem phasenverschoben und gehören deshalb verschiedenen Systemen an. Dasselbe gilt natürlich auch bei Belastung, da sich die Verhältnisse durch den Streukreis nicht ändern. Zur Aufstellung eines allgemein gültigen Strom- und Spannungsdiagrammes muss deshalb für jeden Kreis für sich ein Kreisdiagramm aufgestellt werden. Beide Systeme des Streu- und Sekundärkreises setzen sich dann zu einem resultierenden System mit der EMK E'_{i20} als Ausgangspunkt zusammen, was bereits durch das Leerlaufdiagramm Fig. 6 dargestellt wurde. Da der Streukreis keine eigene Wicklung hat, so genügen zwei Kreisdiagramme, wobei beim einen die EMK E'_{20} und beim andern die EMK E'_{i20} zugrunde gelegt wird. Im eigentlichen Sekundärkreis sind alle Grössen nur im Verhältnis der Windungszahlen auf das Primärsystem reduziert, während im zusammengesetzten Diagramm mit E'_{i20} als Grundlage alle Grössen im Verhältnis der Windungszahlen und dem Faktor C_{20} reduziert werden müssen. In Fig. 9 ist das vollständige Strom- und Spannungsdiagramm für eine beliebige Belastung von Leerlauf bis Kurzschluss dargestellt. Wird über der EMK E'_{20} ein Kreis geschlagen, so bewegen sich alle Vektoren des Sekundärkreises von Leerlauf bis Kurzschluss auf diesem. Bei Kurzschluss ist die induzierte EMK E_{2kt} auch identisch mit der treibenden EMK E_{20} bei Leerlauf. Diese setzt sich aus der Wirkkomponente E_{2t} und aus der Blindkomponente E_{2k} zusammen. Im Diagramm ist daher

$$\left.\begin{aligned} \overline{OC} &= E'_{2t} \doteq E_{2t} \cdot \frac{w_1}{w_2} = I'_{2k} \cdot R'_2 \\ \overline{AC} &= E'_{2k} = E_{2k} \cdot \frac{w_1}{w_2} = I'_{2k} \cdot X'_2 \\ \overline{OA} &= E'_{2o} = E'_{2kt} = \sqrt{E'^2_{2k} + E'^2_{2t}} = I'_{2k} \cdot Z'_2 \end{aligned}\right\} \qquad (41)$$

Auf gleiche Weise lassen sich auch die einzelnen Komponenten der Wechselkraftflüsse bestimmen. Um nun zum Diagramm der zusammengesetzten Grössen des Sekundärkreises zu gelangen, ist es nur nötig, alle Vektoren mit dem Uebersetzungsfaktor C_{20} zu reduzieren und um den Winkel ψ_{20} bzw.

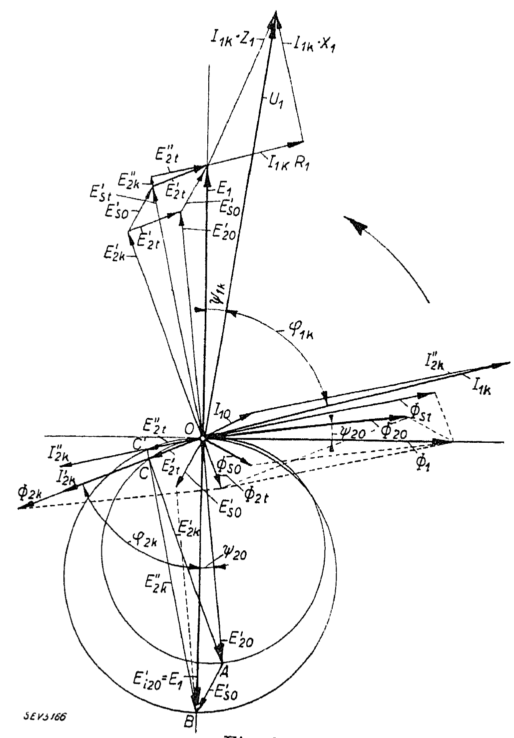


Fig. 9.
Vollständiges Diagramm des Streutransformators bei Kurzschluss.

$180 \pm \psi_{20}$ zu verschieben. Im zusammengesetzten Diagramm sind daher die analogen Grössen der Gl. (41)

$$\left.\begin{aligned} \overline{C'B} &= E''_{2k} = I''_{2k} \cdot X''_2 \\ \overline{OC'} &= E''_{2t} = I''_{2k} \cdot R''_2 \\ \overline{OB} &= E'_{i2o} = I''_{2k} \cdot Z''_2 \end{aligned}\right\} \qquad (42)$$

Für die Umrechnung der Spannungen, der Ströme und der Impedanz von einem System ins andere gilt daher

$$\left.\begin{aligned} &\text{für die EMK} && \frac{E'_{i2o}}{E'_{2o}} = C_{2o} \\ &\text{für die Ströme} && \frac{I''_{2k}}{I'_{2k}} = \frac{1}{C_{2o}} \\ &\text{für die Impedanzen} && \frac{Z''_2}{Z'_2} = C^2_{2o} \end{aligned}\right\} \qquad (43)$$

Durch diese Umrechnung lässt sich der Streutransformator genau wie der gewöhnliche Transformator behandeln.

Um die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten eines Streutransformators überblicken zu können, müssen auch die Stromverhältnisse untersucht werden. Bei Belastung setzt sich der Primärstrom aus dem Leerlaufstrom und dem auf Primär redu-

zierten Sekundärstrom zusammen. Da bei Belastung durch den Sekundärstrom I_2 der durch ihn erzeugte Stromkraftfluss sich über den Streusteg schliesst, so wird entsprechend der Belastung die Eisenbeanspruchung im Streukern vergrössert werden, so dass diese auch ein Mass für die Grösse des Sekundärstromes darstellt. Für die Ströme des Streutransformators bei Belastung gilt deshalb vektoriell

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{J}_{10} + \mathfrak{J}_2'' = \mathfrak{J}_{1a} + \mathfrak{J}_{20}' + \mathfrak{J}_{so}' + \mathfrak{J}_2'' = \mathfrak{J}_{1a} + \mathfrak{J}_{20}' + \mathfrak{J}_{st}'$$
$$\mathfrak{J}_{st}' = \mathfrak{J}_{so}' + \mathfrak{J}_2'' \qquad (44)$$

In Fig. 10 ist das vollständige Diagramm der Ströme bei Belastung dargestellt. I'_{st} stellt auch den Erregerstrom des Streukreises bei einem sekundären Belastungsstrom I_2 dar.

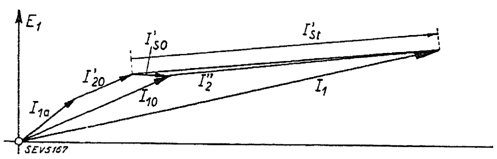


Fig. 10.
Diagramm der Ströme des Streutransformators bei Belastung.

Aus der Stromgleichung bei Belastung kann nun auch die primäre Belastungsadmittanz berechnet werden, indem die einzelnen Ströme durch die EMK E_1 und die Teiladmittanzen ersetzt werden. Für diese gilt dann vektoriell

$$\mathfrak{Y}_{1t} = \mathfrak{Y}_{1to} + \frac{1}{\mathfrak{Z}_{2t}''} = \frac{\mathfrak{Y}_{1to} \cdot \mathfrak{Z}_{2t}'' + 1}{\mathfrak{Z}_{2t}''} = \frac{\mathfrak{C}_b}{\mathfrak{Z}_{2t}''} \qquad (45)$$

C_b stellt den Belastungsfaktor bei einer beliebigen Belastung dar und ist bestimmt durch

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{C}_b &= 1 + g_{1to} \cdot R_{2t}'' + b_{1to} \cdot X_{2t}'' - j \cdot (b_{1to} \cdot R_{2t}'' - g_{1to} \cdot X_{2t}'') \\
C_{b\alpha} &= 1 + g_{1to} \cdot R_{2t}'' + b_{1to} \cdot X_{2t}'' \\
C_{b\beta} &= b_{1to} \cdot R_{2t}'' - g_{1to} \cdot X_{2t}'' \\
\operatorname{tg} \psi_b &= \frac{C_{b\beta}}{C_{b\alpha}} = \frac{b_{1to} \cdot R_{2t}'' - g_{1to} \cdot X_{2t}''}{1 + g_{1to} \cdot R_{2t}'' + b_{1to} \cdot X_{2t}''} \\
C_b &= \sqrt{C_{b\alpha}^2 + C_{b\beta}^2}
\end{aligned}\right\} \qquad (46)$$

Aus Gl. (45) ergibt sich die Belastungsadmittanz mit ihren Komponenten

$$\left.\begin{aligned}
g_{1t} &= \frac{R_{2t}'' \cdot C_{b\alpha} - X_{2t}'' \cdot C_{b\beta}}{Z_{2t}''^2} \\
b_{1t} &= \frac{R_{2t}'' \cdot C_{b\beta} + X_{2t}'' \cdot C_{b\alpha}}{Z_{2t}''^2} \\
\operatorname{tg} \varphi_b &= \frac{R_{2t}'' \cdot C_{b\beta} + X_{2t}'' \cdot C_{b\alpha}}{R_{2t}'' \cdot C_{b\alpha} - X_{2t}'' \cdot C_{b\beta}} \\
Y_{1t} &= \sqrt{g_{1t}^2 + b_{1t}^2}
\end{aligned}\right\} \qquad (47)$$

Schliesslich ist der primäre Belastungsstrom bestimmt durch

$$I_1 = E_1 \cdot Y_{1t} \qquad (48)$$

Untersucht man die primäre Admittanz, so ergibt sich, dass sich die Konduktanz g_{1t} beim Streutransformator gegenüber dem normalen Transformator ganz verschieden verhält. Gelingt es nämlich, die Bedingung zu erfüllen $R_{2t}'' \cdot C_b = X_{2t}'' \cdot C_b$, so wird der Streutransformator bei dieser Belastung fast verlustlos arbeiten. Für die Dimensionierung eines solchen Transformators ist dieser Grenzzustand von grosser Wichtigkeit, weil damit in einem bestimmten Falle die Verluste auf ein Minimum reduziert werden können.

Für die Berechnung des Streusteges ist noch die Grösse der Streustegadmittanz bei Belastung und bei Kurzschluss wichtig, welche aus der Stromgleichung bestimmt werden kann. Für diese gilt die Beziehung

$$\mathfrak{Y}_{1st} = \mathfrak{Y}_{1to} - \mathfrak{Y}_{1a} + \frac{1}{\mathfrak{Z}_{2t}''} = \frac{(\mathfrak{Y}_{1to} - \mathfrak{Y}_{1a}) \mathfrak{Z}_{2t}'' + 1}{\mathfrak{Z}_{2t}''} = \frac{\mathfrak{C}_{st}}{\mathfrak{Z}_{2t}''} \qquad (49)$$

wobei C_{st} den Streustegübersetzungsfaktor bei Belastung darstellt. Durch Ordnen der einzelnen Glieder nach reellen und imaginären Werten erhält man die Komponenten und den absoluten Wert

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{C}_{st} &= 1 + (g_{1to} - g_{1a}) \cdot R_{2t}'' + (b_{1to} - b_{1a}) \cdot X_{2t}'' - j\,[(b_{1to} - b_{1a}) R_{2t}'' - (g_{1to} - g_{1a}) \cdot X_{2t}''] \\
C_{st\alpha} &= 1 + (g_{1to} - g_{1a}) \cdot R_{2t}'' + (b_{1to} - b_{1a}) \cdot X_{2t}'' \\
C_{st\beta} &= (b_{1to} - b_{1a}) \cdot R_{2t}'' - (g_{1to} - g_{1a}) \cdot X_{2t}'' \\
C_{st} &= \sqrt{C_{st\alpha}^2 + C_{st\beta}^2}
\end{aligned}\right\} \qquad (50)$$

Durch Einsetzen in Gl. (49) erhält man die Streustegadmittanz mit ihren Komponenten

$$\left.\begin{aligned}
g_{1st} &= \frac{C_{st\alpha} \cdot R_{2t}'' - C_{st\beta} \cdot X_{2t}''}{Z_{2t}''^2} \\
b_{1st} &= \frac{C_{st\beta} \cdot R_{2t}'' + C_{st\alpha} \cdot X_{2t}''}{Z_{2t}''^2} \\
\operatorname{tg} \varphi_{1st} &= \frac{C_{st\beta} \cdot R_{2t}'' + C_{st\alpha} \cdot X_{2t}''}{C_{st\alpha} \cdot R_{2t}'' - C_{st\beta} \cdot X_{2t}''} \\
Y_{1st} &= \sqrt{g_{1st}^2 + b_{1st}^2}
\end{aligned}\right\} \qquad (51)$$

Diese Streustegadmittanz hat ähnlichen Charakter wie diejenige der Gl. (47) und es gelten auch hier die gleichen Gesichtspunkte. Aus der Suszeptanz b_{1st} lässt sich für diesen magnetischen Kreis die Durchflutung berechnen, aus welcher sodann mit Hilfe der Magnetisierungskurve die Eisenbeanspruchung des Streusteges ermittelt werden kann.

Mit Hilfe des primären Belastungsstroms kann nun noch die primäre Klemmenspannung berechnet werden; es ist

$$\mathfrak{U}_1 = \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{J}_1 \cdot \mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{E}_1 \cdot (1 + \mathfrak{Z}_1 \cdot \mathfrak{Y}_{1t}) = \mathfrak{E}_1 \cdot \mathfrak{C}_1 \qquad (52)$$

wobei C_1 den Uebersetzungsfaktor der Primärspannung darstellt und bestimmt ist durch

$$\left.\begin{aligned}
C_{1\alpha} &= 1 + R_1 \cdot g_{1t} + X_1 \cdot b_{1t} \\
C_{1\beta} &= R_1 \cdot b_{1t} - X_1 \cdot g_{1t} \\
\operatorname{tg} \psi_1 &= \frac{R_1 \cdot b_{1t} - X_1 \cdot g_{1t}}{1 + R_1 \cdot g_{1t} + X_1 \cdot b_{1t}} \\
C_1 &= \sqrt{C_{1\alpha}^2 + C_{1\beta}^2}
\end{aligned}\right\} \qquad (53)$$

Die primäre Klemmenspannung bei Belastung ist nun bestimmt

$$U_1 = E_1 \cdot C_1 \qquad (54)$$

Zum Schlusse muss noch für die Sekundärspannung eine Beziehung aufgestellt werden, aus welcher mit Hilfe der EMK E_1 dieselbe bestimmt werden kann. Für die auf Primär reduzierte Sekundärspannung gilt vektoriell

$$\mathfrak{U}'' = \mathfrak{E}_1 - \mathfrak{J}_2'' \cdot \mathfrak{Z}_2'' = \mathfrak{E}_1 \cdot \frac{\mathfrak{Z}_{2t}'' - \mathfrak{Z}_2''}{\mathfrak{Z}_{2t}''} = \mathfrak{E}_1 \cdot \mathfrak{C}_2 \qquad (55)$$

Durch Trennen in reelle und imaginäre Glieder erhält man die Komponenten und den absoluten Wert des sekundären Uebersetzungsfaktors

$$\left.\begin{aligned} C_{2\alpha} &= \frac{(R_{2t}'' - R_2'') \cdot R_{2t}'' + (X_{2t}'' - X_2'') \cdot X_{2t}''}{Z_{2t}''^2} \\ C_{2\beta} &= \frac{(X_{2t}'' - X_2'') \cdot R_{2t}'' - (R_{2t}'' - R_2'') \cdot X_{2t}''}{Z_{2t}''^2} \\ \operatorname{tg}\psi_2 &= \frac{(X_{2t}'' - X_2'') \cdot R_{2t}'' - (R_{2t}'' - R_2'') \cdot X_{2t}''}{(R_{2t}'' - R_2'') \cdot R_{2t}'' + (X_{2t}'' - X_2'') \cdot X_{2t}''} \\ C_2 &= \sqrt{C_{2\alpha}^2 + C_{2\beta}^2} \quad . \end{aligned}\right\} \qquad (56)$$

Mit diesen Beziehungen sind alle Grössen bekannt, welche zur Nachrechnung eines Streutransformators mit luftspaltfreiem Streustegnebenschluss erforderlich sind; damit können auch alle Fragen einwandfrei geklärt werden, welche sich durch Aenderungen in den Abmessungen und in der Konstruktion des Streusteges ergeben.

Zum Schlusse bleibt nur noch die Frage des prozentualen Spannungsabfalles zur Untersuchung übrig, da dieser namentlich bei Sicherheitstransformatoren eine wichtige Rolle spielt. Um hier zu möglichst einfachen Ergebnissen zu gelangen, geht man zweckmässig von einer konstanten EMK E_1 aus und berechnet die Spannungserhöhung auf der Primärseite und den Spannungsabfall in der Sekundärwicklung. Streng genommen müsste man von einer konstanten Primärspannung ausgehen, um damit bei einer veränderlichen EMK E_1 den Spannungsabfall zu berechnen. Wie aber die aufgestellten Beziehungen zeigen, ist dazu eine wiederholte umfangreiche Nachrechnung erforderlich, weil sich bei jeder Rechnung andere Verhältnisse ergeben. Geht man von einer konstanten EMK E_1 aus, so können die erhaltenen Werte ohne wesentliche Fehler auf eine konstante Primärspannung umgerechnet werden. Mit einer konstanten EMK E_1 ergibt sich die Spannungserhöhung aus

$$\varepsilon_1 = \frac{U_1 - U_{1o}}{U_{1o}} \cdot 100 = \frac{C_1 - C_{1o}}{C_{1o}} \cdot 100 \text{ in } \% \qquad (57)$$

wenn C_1 und C_{10} die aufgestellten Uebersetzungsfaktoren darstellen. In der Sekundärwicklung dagegen tritt ein Spannungsabfall auf

$$\varepsilon_2 = \frac{U_{2o}'' - U_2''}{U_{2o}''} \cdot 100 = \frac{C_{2o} - C_2}{C_{2o}} \cdot 100 \text{ in } \% \qquad (58)$$

Der gesamte Spannungsabfall des Transformators bei Belastung ist daher

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \left(\frac{C_1 - C_{1o}}{C_{1o}} + \frac{C_{2o} - C_2}{C_{2o}}\right) \cdot 100 \text{ in } \% \qquad (59)$$

Sind die Ströme und Spannungen bei konstanter EMK E_1 ermittelt worden, so kann man den berechneten Spannungsabfall im Verhältnis der erhöhten Primärspannung zur Netzspannung umrechnen. Der Fehler, welcher hierbei entsteht, ist im allgemeinen sehr klein und praktisch zu vernachlässigen.

Mit dieser Berechnungsmethode lässt sich ein Streutransformator nachrechnen. Trotzdem wird der Berechner schon am Anfang auf sehr viele Schwierigkeiten stossen, namentlich bei der Ermittlung des Faktors C_{20}, weil einerseits das Verhältnis der Kraftflüsse gleichzeitig mit den Magnetisierungsverhältnissen übereinstimmen muss und anderseits die Summe beider Kraftflüsse von Streu- und Sekundärkreis gleich dem Primärkraftfluss sein muss. Die Methode der schnellen und sicheren Ermittlung dieses Faktors ist an sich so umfangreich, dass sie den Rahmen dieser Arbeit weit übersteigen würde.

3. *Berechnungsbeispiel.*

Im folgenden werden die aufgestellten Beziehungen an einem Kleintransformator zur Speisung von Handlampen für eine Leistung von 100 VA und den Nennspannungen 220/36 Volt nachgeprüft und, soweit es nötig ist, näher erläutert. Der Blechkörper bestehe aus Teilblechen nach dem Manteltyp und besitze einen Kernquerschnitt von 10,7 cm² und einen Streukernquerschnitt von 3,2 cm². Die Wicklungen bestehen aus einer primären und einer sekundären Spule, welche voneinander vollständig getrennt sind und auf jeder Seite des Streusteges auf dem gemeinsamen Kern liegen. Aus den Wicklungsabmessungen und der Anordnung des Streusteges ergibt sich für den Primärkreis ein Wechselkraftfluss $\Phi_1 = 130\,600$, entsprechend einer Kernbeanspruchung von $B_1 = 12\,200$. Durch Nachrechnen der Durchflutung und der Verluste aus der Magnetisierungskurve und aus der Verlustkurve des verwendeten Bleches ergibt sich, dass bei Leerlauf der Sekundärkreis einen Wechselkraftfluss von $\Phi_{20} = 94\,265$ und der Streusteg einen solchen von $\Phi_{s0} = 36\,384$ aufnehmen. Die Ermittlung dieser Kraftflüsse erfolgte zum Teil rechnerisch und zum andern Teil graphisch. Für die einzelnen magnetischen Kreise wurde aus der Magnetisierungs- und Verlustkurve nach den Gl. (14) und (15) die Leitwerte berechnet:

Primär:

$g_{1a} = 0{,}525 \cdot 10^{-4}$; $b_{1a} = 5{,}47 \cdot 10^{-4}$; $Y_{1a} = 5{,}498 \cdot 10^{-4}$

Sekundär:

$g_{20} = 0{,}295 \cdot 10^{-4}$; $b_{20} = 2{,}812 \cdot 10^{-4}$; $Y_{20} = 2{,}827 \cdot 10^{-4}$

Streukreis:

$g_{s0} = 0{,}0277 \cdot 10^{-4}$; $b_{s0} = 1{,}08 \cdot 10^{-4}$; $Y_{s0} = 1{,}0803 \cdot 10^{-4}$

Aus Gl. (22) berechnet man den Streufaktor bei Leerlauf und erhält

$$C_{so\alpha} = 0{,}38477; \quad C_{so\beta} = 0{,}0303; \quad C_{so} = 0{,}38596;$$
$$\operatorname{tg}\psi_{so} = 0{,}07875; \quad \psi_{so} = 4^0\,30'10''.$$

Die EMK E'_{so} und E'_{20} oder auch die Kraftflüsse Φ_{so} und Φ_{20} sind um diesen Phasenwinkel verschoben. Auf gleiche Weise berechnet man nach Gl. (23) den Uebersetzungsfaktor C_{20} und erhält

$$C_{2o\alpha} = 1{,}38477; \quad C_{2o\beta} = 0{,}0303; \quad C_{2o} = 1{,}3851;$$
$$\psi_{2o} = 0{,}02188; \quad \psi_{2o} = 1^0\,15'12''.$$

Die EMK E_1 und E'_{20} oder auch die Kraftflüsse Φ_1 und Φ_{20} sind um diesen Winkel gegeneinander verschoben. Aus den Wicklungsabmessungen berechnen sich die EMKe der Wicklungen: $E_1 = 218{,}3$ V; $E_{20} = 38{,}57$ V. Aus den Leitwerten der einzelnen magnetischen Kreise berechnen sich die Leitwerte bei Leerlauf aus Gl. (29)

$$g_{1to} = 0{,}5621 \cdot 10^{-4}; \quad b_{1to} = 6{,}2511 \cdot 10^{-4}; \quad Y_{1to} = 6{,}2763 \cdot 10^{-4}; \quad \operatorname{tg}\varphi_{1to} = 11{,}122; \quad \varphi_{1to} = 84^0 51'41''.$$

Um diesen Winkel ist der Leerlaufstrom gegen die EMK E_1 verschoben. Aus Gl. (30) ergibt sich der Leerlaufstrom $I_{10} = 0{,}137$ A und der Leerlaufverlust ist $P_{10} = E^2{}_1 \cdot g_{1to} = 2{,}678$ Watt. Trotz der hohen Eisenbeanspruchung im Primärkreis ist sowohl der Leerlaufstrom als auch der Leerlaufverlust sehr klein, da durch die Parallelschaltung des luftspaltfreien Streusteges mit dem Sekundärkreis der resultierende Wert stark reduziert wird. Würde derselbe Transformator ohne Streusteg oder aber der Streusteg mit Luftstrecke ausgerüstet werden, so würden beide Werte ungefähr den doppelten Betrag erhalten. Für die Nachrechnung der Belastungsverhältnisse geht man von einer konstanten EMK $E_1 = 218{,}3$ V aus. Als Belastung werden der Berechnung rein Ohmsche Widerstände zugrunde gelegt, welche dem Handlampenbetrieb entsprechen. Zunächst bestimmt man aus Gl. (46) den Belastungsfaktor und daraus ergeben sich aus Gl. (47) die Leitwerte bei Belastung, aus welchen der Primärstrom berechnet werden kann. Der Sekundärstrom schliesslich kann aus der EMK E_{20} und der resultierenden Impedanz des Sekundärkreises ermittelt werden. In Tabelle I sind diese berechneten Werte als Funktion des sekundären Belastungswiderstandes zusammengestellt.

Tabelle I.

R_{2A} Ω	C_b	g_{lt} ×10⁻⁴	b_{lt} ×10⁻⁴	Y_{lt} ×10⁻⁴	I_1 A	I_2 A
∞	∞	0,562	6,2511	6,2763	0,137	0
72	1,84749	4,949	6,424	8,1092	0,177	0,542
24	1,19434	13,487	7,709	15,534	0,339	1,607
13	1,10739	23,545	11,000	25,989	0,557	2,899
9	1,08512	32,074	15,257	35,518	0,775	4,046
6	1,0717	42,9505	24,666	49,530	1,081	5,710
4	1,0645	53,109	39,711	66,313	1,447	7,698
2	1,05882	57,826	73,396	93,438	2,039	10,57
1	1,05644	46,150	100,424	110,52	2,413	13,657
0	1,05442	12,930	120,89	121,579	2,654	14,249

Auf gleiche Weise berechnet man noch aus Gl. (53) den Uebersetzungsfaktor C_1, mit dem die primäre Klemmenspannung und die Spannungserhöhung berechnet werden. Schliesslich kann man aus Gl. (56) den sekundären Uebersetzungsfaktor C_2 bestimmen und damit die Sekundärspannung sowie den Spannungsabfall berechnen. In Tabelle II sind diese Werte als Funktion des sekundären Belastungswiderstandes dargestellt.

Tabelle II.

R_{2A} Ω	C_1	U_1 V	ε_1 %	C_2	U_2 V	ε_2 %	ε %
∞	1,02721	224,24	0	1,00000	38,566	0	0
72	1,03026	224,906	0,297	0,99644	38,288	0,721	1,018
24	1,04122	227,30	1,36	0,98159	37,856	1,841	3,201
13	1,06424	232,324	3,603	0,95804	36,987	4,197	7,80
9	1,08912	237,755	6,027	0,92888	35,805	7,159	13,186
6	1,14046	249,462	11,24	0,87419	33,714	12,581	23,82
4	1,21550	265,344	18,33	0,78556	30,296	21,443	39,77
2	1,36136	297,185	32,53	0,56682	21,860	43,318	75,85
1	1,46304	319,382	42,43	0,33554	12,94	66,47	108,90
0	1,52734	333,42	48,69	0,00000	0	100	149,69

In Tabelle II und III entspricht der Nennleistung ein Belastungswiderstand von ca. 13 Ohm; dabei beträgt der Spannungsabfall 7,8 %. Zum Schlusse kann noch der Primärstrom, der Sekundärstrom und die Sekundärspannung auf eine konstante Primärspannung umgerechnet werden. In Tabelle III sind diese umgerechneten Werte dargestellt.

Tabelle III.

R_{2A}	Korrektionsfaktor U_1/U_{10}	U_2 korrigiert	I_1 korrigiert	I_2 korrigiert
∞	1,00000	38,566	0,137	0
72	1,00297	38,174	0,1765	0,5404
24	1,01365	37,347	0,3345	1,5853
13	1,03605	35,661	0,5377	2,7981
9	1,06032	34,845	0,7312	3,8153
6	1,11257	30,303	0,9718	5,1324
4	1,18330	25,603	1,2225	6,505
2	1,32530	16,943	1,5391	7,979
1	1,42428	9,086	1,694	9,588
0	1,48688	0	1,7855	9,600

Wie diese Tabellen zeigen, entsprechen die Werte der Spannungen und der Ströme allen Anforderun-

gen, welche an einen solchen Streutransformator gestellt werden können und auch der Leerlaufstrom, die Leerlaufleistung, die Kurzschlußströme und der Spannungsabfall liegen innerhalb der

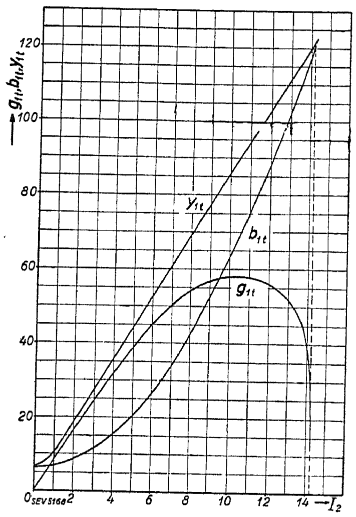


Fig. 11.

Konduktanz, Suszeptanz und Admittanz des Primärkreises als Funktion des Sekundärstromes eines 100-VA-Streutransformators.

Grenzwerte, wie solche normalerweise gefordert werden können. Zum Betriebe von Handlampen eignet sich deshalb ein solcher Streutransformator besonders gut, da er infolge seiner Kurzschlusssicherheit auf der Sekundärseite keinerlei Sicherungen mehr nötig hat.

In Fig. 11 sind noch die Leitwerte der Tabelle I in Kurvenform als Funktion des Sekundärstromes aufgetragen, da der Verlauf dieser Werte ein wesentliches Merkmal des Streutransformators darstellt. Bei einem normalen Transformator ohne Streusteg verlaufen die Werte für den Wirkleitwert g_{1t} in Form einer stetig aufsteigenden Kurve, während beim Streutransformator diese Kurve einem Maximalwert zustrebt und dann wieder rasch gegen einen niederen Endwert abfällt. Die Kurve für den Blindleitwert b_{1t} dagegen nimmt entsprechend der zunehmenden Eisenbeanspruchung im Streusteg analog der Magnetisierungskurve zuerst bis zu einem Maximalwert zu, um dann infolge der zunehmenden Streuung und des Spannungsabfalles rasch abzufallen. Bei einem richtig dimensionierten Streutransformator liegen die Verhältnisse gerade in entgegengesetzter Richtung wie beim normalen Transformator.

Aus diesen Ausführungen über den Transformator mit luftspaltfreiem Streustegnebenschluss ergibt sich, dass dieser sich genau wie der normale Transformator behandeln lässt, wenn die besonderen Verhältnisse des Leerlaufzustandes berücksichtigt werden.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Elektronenoptische Abbildung von Photokathoden als Grundlage für Fernsehübertragung.

537.533.72:621.397.331.3

Ultraviolettes Licht löst aus dünnen Metallschichten Elektronen aus, wobei die Zahl der emittierten Elektronen proportional ist zur Belichtungsintensität (photoelektrischer Effekt); lässt man die ausgetretenen Elektronen eine hinreichend hohe Beschleunigungsspannung durchlaufen, so können sie einen Fluoreszenzschirm zum Aufleuchten bringen.

Auf dieser Grundlage machten *Holst, de Boer, Teves* und *Veenemans* [1]) folgenden Abbildungsversuch: Sie projizierten auf eine Cäsiumkathode ein Bild, und zwar in Durchsicht, und erhielten auf dem Fluoreszenzschirm einer in geringem Abstand parallel zur Kathodenfläche angeordneten Anode

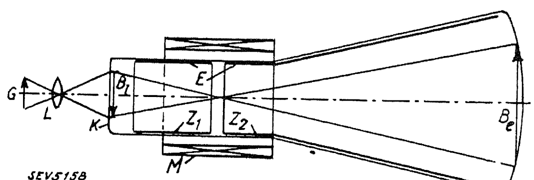


Fig. 1.
Schema der Versuchsanordnung.

schon mit 4000 V Beschleunigungsspannung ein brauchbares Leuchtbild des Originals. Bei dem von *Farnsworth* [2]) entwickelten Kathodenstrahl-Fernsehsender wird das ebenfalls auf einer durchsichtigen Kathode entworfene Lichtbild mittels Beschleunigungsfeld und langer Magnetspule (Elektronenoptik) in ein Elektronenbild auf der Anode verwandelt und dann in einzelne Bildpunkte aufgelöst.

In letzter Zeit hat sich *W. Heimann* die Aufgabe gestellt, möglichst grosse derartige Photokathodenflächen scharf und unverzerrt auf einen Fluoreszenzschirm abzubilden. Er benutzte zu seinen Versuchen die Anordnung nach Fig. 1. Die Linse *L* bildet den Gegenstand *G* auf die durchsichtige Kathode *K* ab. Das inhomogene elektrostatische Feld zwischen den beiden Metallzylindern Z_1 und Z_2 wirkt als elektrische, die gleichstromdurchflossene Spule *M* als magnetische Elektronenlinse; mit dieser Elektronenoptik lässt sich das Kathodenemissionsbild auf dem Fluoreszenzschirm als Leuchtbild *B* (Elektronenbild) ausreichend scharf einstellen.

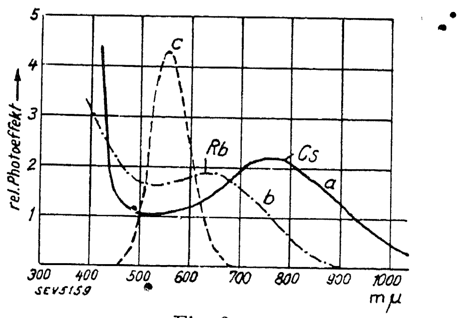


Fig. 2.
Spektrale Empfindlichkeitsverteilung der verwendeten Kathoden.

Die Kathode besteht aus einer durchsichtigen Silberschicht als Trägermetall, auf die ein Alkalimetall im Vakuum aufdestilliert wurde; sie gehört der Schichtart Ag — Cs_2O — Cs an [3]), besitzt die spektrale Empfindlichkeitsverteilung Fig. 2,

[1]) G. Holst, J. H. de Boer, M. C. Teves, C. F. Veenemans, Physica I (1934), S. 297.

[2]) A. H. Brolly, Electr. Eng., Bd. 53 (1934), S. 1153.

[3]) W. Kluge, Z. f. Phys., Bd. 93 (1935), H. 11 u. 12; Phys. Z., Bd. 34 (1933), S. 115.

Kurve a, und eignet sich wegen ihrer hohen Empfindlichkeit im Roten besonders für Lampenlicht (Uebertragung von Filmen). Für Freilichtübertragung erscheint es vorteilhafter, die Kathode mit einer Rubidiumschicht zu versehen (Fig. 2, Kurve b), denn ihre spektrale Empfindlichkeitsverteilung kommt derjenigen des menschlichen Auges (Fig. 2, Kurve c) näher. Die Anordnung gibt nicht nur schwarz-weiss-Bilder, sondern auch Halbtöne wieder. (— W. Heimann, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 12 [1935], H. 2, S. 68.) *H. B.*

Röhrenvoltmeter mit logarithmischer Anzeige.

621.317.725 : 621.385.8

In der Akustik erstrecken sich die vorkommenden Schallstärken über so viele Zehnerpotenzen, dass allein schon durch diese Tatsache die eingeführten logarithmischen Maßstäbe gerechtfertigt erscheinen (Neper, decibel, Phon). Dem sind jedoch die handelsüblichen Messinstrumente nicht angepasst, denn sie erlauben höchstens Aenderungen von $1 : 10^2$ abzulesen und besitzen ausserdem lineare Teilung (reguläre Skala). Bei Nachhallmessungen tritt dieser Mangel besonders hervor. Es sollte ein Anzeigeinstrument geschaffen werden, dessen Ausschlag in möglichst weitem Umfange dem Logarithmus der Meßspannung proportional ist.

An Versuchen in dieser Richtung fehlt es nicht. Die bisher vorliegenden Lösungen sind aber entweder etwas kompliziert und messen zu wenig exakt [1] [2], oder im Messbereich beschränkt und mit Regelschwierigkeiten verknüpft [3]. Kann man sich mit einem Messbereich von maximal 40 db begnügen, so ergibt immerhin die Hintereinanderschaltung von zwei Fading-Pentoden eine ziemlich brauchbare Anordnung (Exponentialröhren, d. h. Röhren mit variabler Steilheit); bei den marktgängigen Röhren sind jedoch die Steilheitsänderungen in den Kennlinien vorgegeben, und zwar leider so, dass keine streng logarithmische Anzeige resultiert.

Einen Fortschritt stellt der logarithmische Gleichrichter (Fig. 1) dar; sein Messbereich beträgt 80 db (Spannungsverhältnis $1 : 10^4$), die Einstellgeschwindigkeit 600 db/s und die

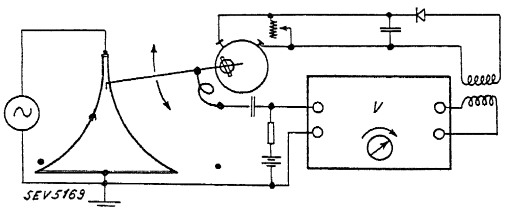


Fig. 1.
Logarithmischer Gleichrichter, Schaltschema (Flüssigkeitspotentiometer von oben gesehen).

Einstellzeit rund 100 ms, was für Nachhallmessungen ausreicht. Im Prinzip regelt hier die gleichgerichtete Wechselspannung am Ausgang des Verstärkers über den Zeiger eines Gleichstrominstrumentes ein besonderes Potentiometer am Verstärkereingang so, dass der Gleichstrom proportional dem log der Meßspannung ansteigt. Bezeichnen wir die auftreffende Wechselspannung mit U, das Abgriffverhältnis (Quotient Gesamtwiderstand zu Teilwiderstand zwischen Kathode und Gitter) am Potentiometer mit a und den Gleichstrom nach dem Verstärker mit I, so ist bei Annahme linearer Gleichrichtung $I \sim U/a$. Gewünscht wird die Beziehung $I \sim \log U$, was für den Spannungsteiler die Erfüllung der Proportionalität $a \sim e^I/I$ erheischt. Das Potentiometer muss demnach nahezu exponentiell abgestuft sein; gegen kleine Ausschläge des Gleichstrominstrumentes wächst die nötige Abweichung vom e-Verlauf, was seinen Grund einfach darin hat, dass das Gleichstromsystem im Gegensatz zum log-Masssystem einen Nullpunkt besitzt. Drahtpotentiometer kommen wegen der grossen Reibung des Abgriffkontaktes nicht in Betracht; dagegen hat sich ein Flüssigkeitswiderstand als sehr geeignet erwiesen.

Der Querschnitt des Flüssigkeitsgefässes, das aus Paraffin besteht, dehnt sich in Tiefe und Breite nahezu exponentiell aus; die beiden Enden sind durch ebene Platinfolien (0,01

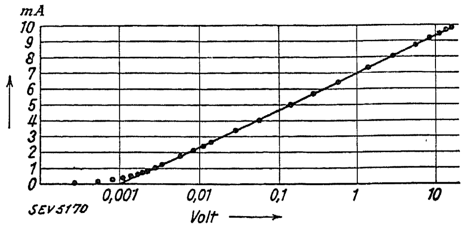


Fig. 2.
Eichkurve des Regelsystems.

mm) auf Glas abgeschlossen. Der Zeiger des Gleichstrominstrumentes trägt als Potentiometerabgriff eine Platinspitze und damit sich diese in der Flüssigkeit auf einer Kreisbahn dem Gefässrande entlang bewegen kann, weist die Mittelaxe des Flüssigkeitsgefässes eine entsprechende Krümmung auf. Als Elektrolyt dient gewöhnliches Leitungswasser. Die Konstanz der Anordnung ist ausserordentlich gross; Neueinfüllen von Wasser und geringe Wasserspiegeldifferenzen haben keinen merklichen Einfluss auf die Messgenauigkeit.

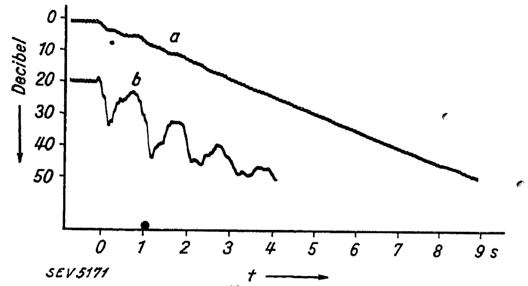


Fig. 3.
Nachhallkurven im Halbraum; reiner Ton 87,8 Hz.
Kurve *a*: Mikrophon im Druckbauch; Kurve *b*: Mikrophon im Druckknoten.

Fig. 2 zeigt die Eichkurve der Anordnung, und zwar sind als Abszissen die angelegten Wechselspannungen in logarithmischem Maßstabe und als Ordinaten die Ausschläge des Regelinstrumentes bzw. eines mit ihm in Reihe liegenden Gleichstrominstrumentes in mA aufgetragen; die Kurve ist von rund 2 mV bis 20 V brauchbar. Die Frequenzkurve der Gesamteinrichtung entspricht derjenigen des Verstärkers und

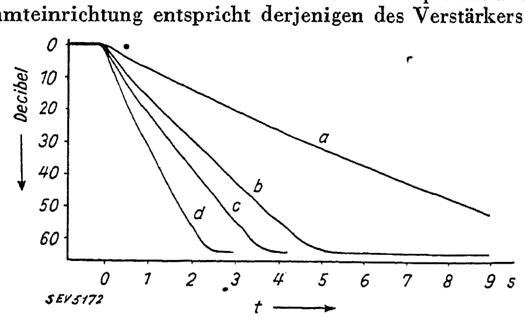


Fig. 4.
Abklingkurve einer Stimmgabel:
a ohne zusätzliche Dämpfung,
b mit Radiergummidämpfung,
c mit Korkdämpfung,
d mit gummiartiger Masse gedämpft.

ist im Bereich von 50 bis 10 000 Hz ohne grosse Schwierigkeiten auf 1 bis 2 db konstant zu halten. Trotz all dieser Vorzüge bildet aber doch der Flüssigkeitswiderstand eine gewisse Einschränkung der Transportmöglichkeiten.

Schaltet man mit dem Regelinstrument ein Milliamperemeter mit Oeldämpfung in Reihe, das einen Registrierstrahl-

[1] L. J. Sivian, H. K. Dunn u. S. D. White, Acoust. J., Bd. 2 (1931), S. 330.
[2] G. T. Stanton u. I. E. Tweeddale, Acoust. J., Bd. 3 (1932), S. 377.
[3] St. Ballantine, Acoust. J., Bd. 5 (1933), S. 10.

spiegel trägt, und lässt man den registrierenden Lichtstrahl noch auf einen zweiten Spiegel auffallen, der den Lichtstrahl in Abszissenrichtung proportional der Zeit ablenkt, so können Nachhallkurven bequem visuell beobachtet und ausgemessen werden, wenn an Stelle des Photopapieres eine mit nachleuchtender phosphoreszierender Substanz bestrichene Glasscheibe gesetzt wird.

Mit solchen Instrumenten wurden Frequenzkurven von Lautsprechern und Mikrophonen aufgenommen. Ferner wurde die Schalldämpfung von Wänden als Funktion der Frequenz untersucht. Für Nachhallregistrierung zeigt Fig. 3 ein Beispiel, wobei in einem Hallraum der vierte Raum-Teilton (87,8 Hz) in Längserstreckung des Raumes angeregt wurde. Kurve a ist mit dem Mikrophon im Druckbauch aufgenommen und zeigt das Abklingen der Eigenschwingung recht genau; in Kurve b stand das Mikrophon im Druckknoten, und die Störung durch eine um etwa 1 Hz benachbarte Eigenschwingung des Raumes kommt deutlich zum Ausdruck. Fig. 4 enthält registrierte Stimmgabel-Abklingkurven, a ohne zusätzliche Dämpfung, b mit Radiergummidämpfung, c mit Korkdämpfung, d mit zusätzlich dämpfender gummiartiger Masse. (— Erwin Meyer u. Ludwig Keidel, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 12 [1935], H. 2, S. 37.) *H. B.*

Die Hochfrequenzspule mit Siruferkern.

621.318.322 : 621.318.4.029.5

Das in den Siruferspulen benutzte Eisenpulver wurde schon seit vielen Jahren für die hochwertigen Pupinspulen der Rundspruchkabel verwendet. Die gepressten Massekerne waren aber erst für Hochfrequenz geeignet, als es gelang, das Isolierverfahren bedeutend zu verbessern und die Kerne durch künstliche Alterung im Herstellungsprozess so stabil zu machen, dass auch bei jahrelanger Verwendung und unter dem Einfluss von Temperaturschwankungen der einmal eingestellte Wert der Induktivität erhalten blieb [1]).

Hochfrequenzspulen mit Massekern zeichnen sich durch geringen Streufluss aus, wodurch zusätzliche Verluste durch Wirbelströme in den Abschirmtöpfen stark herabgesetzt werden.

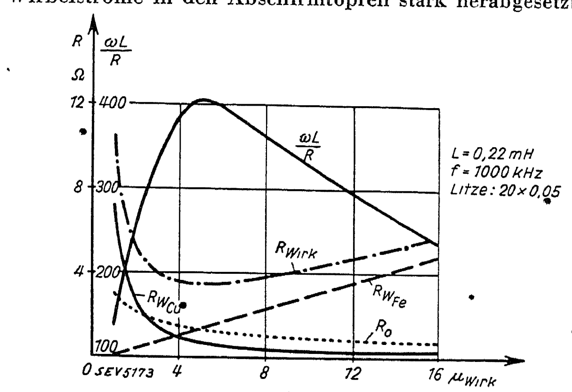


Fig. 1.
Einfluss der wirksamen Permeabilität auf die Güte der Spule.

den. Ferner sei auf die geringen Abmessungen und die kleine erforderliche Windungszahl hingewiesen; die Spulen haben infolgedessen geringe Eigenkapazität, ohne dass ihre Wicklungen in komplizierter Weise aufgebaut werden müssten.

Der Gesamtverlustwiderstand einer guten Hochfrequenzspule mit Eisenkern setzt sich aus folgenden wesentlichen Anteilen zusammen:

$$R_{\text{wirk}} = R_{\text{gl}} + R_{\text{w Cu}} + R_{\text{w Fe}},$$

wo R_{gl} den Gleichstromwiderstand und die R die Wirbelstromverlustwiderstände im Metall bedeuten. Hysterese-, Nachwirkungs- und dielektrische Verluste sind demgegenüber zu vernachlässigen. In Fig. 1 wird der Aufbau der Verluste und der reziproke Verlustwinkel $\omega L/R$ für gepresstes Sirufermaterial in Abhängigkeit von der wirksamen Permeabilität μ gezeigt; die Werte gelten für eine 0,22 mH-Spule bei Verwendung einer Litze aus 20 Einzeldrähten von je 0,05 mm

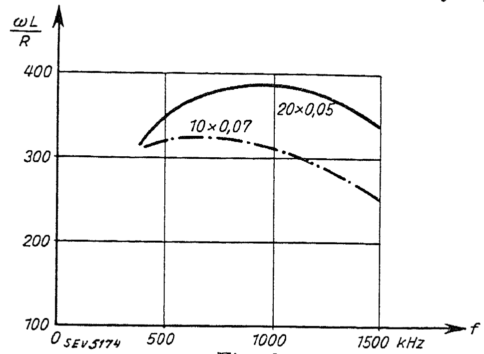


Fig. 2.
Einfluss des Litzenaufbaues auf die Güte der Spule.

Durchmesser und für eine Betriebsfrequenz von 1000 kHz. Das Maximum des Gütegrades liegt hier deutlich bei $\mu = 5$. Der Einfluss des Litzenaufbaues auf die Spulengüte geht aus Fig. 2 hervor, wo für zwei verschieden unterteilte Litzen der reziproke Verlustwinkel über der Frequenz aufgetragen wurde. Die Zahlenwerte in Fig. 1 und 2 gelten für Spulen ohne Gehäuse; durch den Einbau in ein Gehäuse gehen die $\omega L/R$-Werte der Spulen je nach der Grösse des Topfes um 10 bis 15 % zurück und gleichzeitig vermindert sich die In-

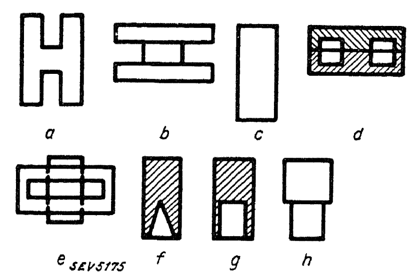


Fig. 3.
Kernformen aus Sirufer.

duktivität durch Abschirmung des Aussenfeldes um etwa 10 %.

Von allen Kernformen, die aus Sirufer-Pressmaterial in einem Arbeitsgang herstellbar sind, hat der H-Kern (Fig. 3a) elektrisch und magnetisch die günstigste Form. Aber auch die Rollenform (Fig. 3b) eignet sich gut, denn sie verbindet

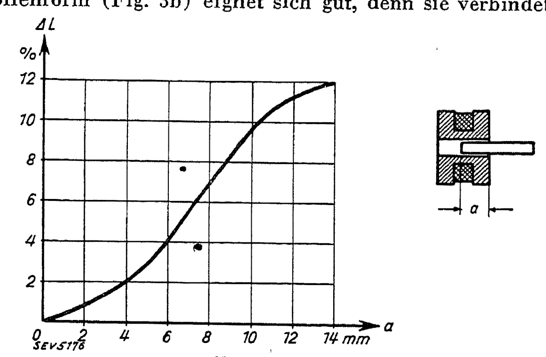


Fig. 4.
Aenderung der Induktivität in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Abgleichstiftes.

die Vorzüge des H-Kerns mit einer ausserordentlich günstigen Streufeldbildung. Ein zylindrischer Bolzen (Fig. 3c) wird verwendet, wenn gegebene Spulen auf einen Kern aufgeschoben werden sollen, wozu allerdings die zweiteilige Mantelform (Fig. 3d) wegen geringerer Streuung vielfach

[1]) Das verwendete Isoliermaterial wird nicht genannt; ebenso enthält die Arbeit keine Beschreibung des Herstellungsverfahrens.

besser geeignet erscheint, obwohl sie höhere Spulenkapazität zur Folge hat. Noch besser dürfte die Rahmenform (Fig. 3e) sein, die gestattet, fertig gewickelte Luftspulen in einen Rahmen aus Hochfrequenzeisen einzuschieben und den magnetischen Fluss durch Einschrauben eines Bolzens zu schliessen, wobei durch Verschieben besonders geformter Bolzen (Fig. 3f, g, h) die Induktivität in gewissem Bereich geregelt werden kann. Beim H-Kern kann zum Abgleichen der Induktivität nach Fig. 4 in den mittleren Steg eine Nut eingefräst werden, worin ein halbrunder Stift aus Sirufermaterial zu verschieben ist; in Fig. 4 wurde für ein bestimmtes Beispiel die Induktivitätsänderung ΔL in % über der Eintauchtiefe des Stiftes aufgetragen.

Sirufer wird beispielsweise bereits verwendet für Antennenankopplungen, Audionspulen mit Rückkopplung, Anoden-Gitter-Spulen (Bandfilter) und Spulen für Saug- und Sperrkreise. (— A. Weis, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 12 [1935], H. 2, S. 47.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Entscheidung rechtlicher Fragen um das Bannalpwerk. [1]

34: 621.311(494)

Man weiss, dass um das Bannalpwerk eine Reihe von Rekursen und Beschwerden z. T. beim Bundesgericht, z. T. beim Bundesrat hängig sind und der Entscheidung harren. Einer dieser Rekurse kam nun kürzlich vor Bundesgericht zur Erledigung; ferner nahm der Bundesrat zu verschiedenen Beschwerden über Fragen des Enteignungsrechtes [2]) Stellung. Damit ist allerdings die grundsätzliche Frage der Selbstversorgung des Kantons Nidwalden noch nicht entschieden. Wir entnehmen darüber der «NZZ» Nr. 241 und der Nr. 243 vom 11. und 12. Februar d. J. folgendes:

I. Bundesgericht.
(Entscheid vom 7. Februar 1936.)

«Im Kanton Nidwalden verlangten im Herbst 1933 die Anhänger des Bannalpwerk-Projektes die Einberufung einer ausserordentlichen Landsgemeinde, damit die seit 1905 mit dem *Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg (EWLE)* in einem Stromlieferungsvertrag stehenden Gemeinden Wolfenschiessen, Stans, Stansstad und Hergiswil diese Verträge Ende 1933 kündigen könnten. Auf die vom Nidwaldner Regierungsrat eingeleiteten Unterhandlungen willigte das EWLE in eine Verlängerung der Kündigungsfrist ein (Kündigung bis Ende 1934 auf Ende 1936 oder bis Ende Juni 1935 auf Ende Juni 1937), damit der Kanton nicht überstürzt vor folgenschwere Entscheidungen gestellt werde.

Die *Bezirksgemeinde Hergiswil* schloss jedoch am 25. April 1934 mit dem EWLE einen neuen Energielieferungsvertrag ab «im Bestreben, ihren Gemeindeangehörigen die Strompreise zu sichern, die vom EWLE am 12. März 1934 dem Lande Nidwalden für den Fall einer Einigung angeboten worden sind, und sie vor den höheren Strompreisen zu bewahren, die sich gemäss den dem nidwaldnerischen Regierungsrat erstatteten Expertengutachten bei Ausführung eines Bannalpwerkes ergeben müssten.» Der Vertrag, welcher dem EWLE die Konzession für die alleinige Abgabe elektrischer Energie im Gemeindegebiete gewährte, war für die Gemeinde erstmals auf Ende 1945 kündbar, sollte aber dahinfallen, wenn sich das EWLE und der Kanton über eine Gesamtregelung der Energieabgabe verständigen würden. Ein gleichartiger Beschluss wurde von der *Gemeinde Stansstad* gefasst, aber wegen unrichtiger Einberufung der Gemeinde von den Kantonsbehörden aufgehoben; eine gegen diese Verfügung der Kantonsbehörden gerichtete staatsrechtliche Beschwerde wurde durch bundesgerichtlichen Entscheid vom 20. Oktober 1934 abgewiesen.

Am 29. April 1934, also vier Tage nach dem Abschluss des Vertrages zwischen der Gemeinde Hergiswil und dem EWLE, genehmigte die Nidwaldner Landsgemeinde das *Gesetz betr. Eigenversorgung* von Nidwalden mit elektrischer Energie und beschloss damit die Erstellung des kantonalen Bannalp-Elektrizitätswerkes. Das Gesetz überlässt dem Landrat den Erlass von Ausführungsbestimmungen und gestützt auf diese Ermächtigung beschloss der Landrat am 21. Juli 1934, dass das kantonale Werk, abgesehen von gewissen Ausnahmen, von seiner Lieferungsbereitschaft an die alleinige Befugnis habe, öffentliches Grundeigentum für die innerkantonale Zuleitung und Verteilung elektrischer Kraft zu benützen. Dieser Beschluss wurde von der Landsgemeinde bestätigt im Ergänzungsgesetz betreffend die Eigenversorgung vom 29. April 1935. Gegen den Landratsbeschluss und das Ergänzungsgesetz sind beim Bundesrat und beim Bundesgericht staatsrechtliche Rekurse eingereicht worden, die zur Stunde noch nicht beurteilt sind.

Der Regierungsrat forderte am 11. April 1935 die Gemeinden Hergiswil und Stansstad zur *Kündigung* der mit dem EWLE geschlossenen Stromlieferungsverträge auf. Als die beiden Gemeinderäte dazu nicht Hand boten, kündigte der Regierungsrat selber alle zwischen nidwaldnerischen Gemeinden und dem EWLE bestehenden Verträge auf Ende Juni 1937, wobei er sich auf die vom EWLE zugestandene Erstreckung der Kündigungsfrist berief. Das EWLE bestritt dem Regierungsrate die Befugnis, an Stelle der Gemeinden Hergiswil und Stansstad die Kündigung und den Rückkauf des Verteilungsnetzes zu erklären. Die Bezirksgemeinderäte von Hergiswil und Stansstad sowie eine Anzahl stimmberechtigter Gemeindeeinwohner reichten gegen die von der Regierung ausgesprochene Kündigung beim Bundesgericht staatsrechtlichen Rekurs ein, da sie die in Art. 17 der Kantonsverfassung gewährleistete Gemeindeautonomie und die in Art. 15 KV ausgesprochene Eigentumsgarantie verletze.

Das *Bundesgericht* (staatsrechtliche Abteilung) hatte in seinem Entscheide vom 7. Februar zunächst in Betracht zu ziehen, dass sich Stansstad in einer andern Rechtslage befindet als Hergiswil, da die Beschlussfassung dieser Gemeinde über Genehmigung eines neuen Energielieferungsvertrages mit dem EWLE wegen unrichtiger Einberufung aufgehoben worden ist und seither keine neue Gemeindeversammlung zu diesem Vertrag Stellung genommen hat. Die Frage, ob dieser Vertrag für Stansstad rechtsunwirksam sei und daher auf den gegen dessen Kündigung gerichteten Rekurs dieser Gemeinde nicht einzutreten sei, kann jedoch offen gelassen werden angesichts des Ergebnisses, zu dem die materielle Beurteilung des Rekurses führt.

Die im Rekurse angerufene *Gemeindeautonomie* wird durch Art. 17 der Nidwaldner Verfassung gewährleistet. Die Bestimmung «garantiert den Gemeinden den verfassungsmässigen Schutz gegen Eingriffe des Staates in die ihnen eingeräumte Selbstverwaltung. Es soll dadurch ausgeschlossen werden, dass kantonale Behörden in die Verhältnisse der Gemeinden eingreifen, ohne hiezu durch die Verfassung oder durch das Gesetz ermächtigt zu sein». Somit besteht die Selbstverwaltung der Gemeinden nur in den durch die kantonale Gesetzgebung gezogenen Grenzen und wenn diese Gesetzgebung (hier das Eigenversorgungsgesetz vom 29. April 1934) die bisher den Gemeinden überlassene Elektrizitätsversorgung nunmehr dem Kanton zuweisen will, so steht ihr Art. 17 KV nicht im Wege. Dabei stellt sich nur die Frage, ob der Kanton Nidwalden damit zur Kündigung des zwischen der Gemeinde und dem EWLE bestehenden Vertrages an Stelle der Gemeinde berechtigt wurde. (Ob sich das EWLE die Kündigung gefallen lassen muss, war nicht hier zu entscheiden.) Das neue Eigenversorgungsgesetz ordnet den Bau des kantonalen Elektrizitätswerkes und die Beschaffung des zugehörenden Verteilungsnetzes an. Dieses Netz konnte der Kanton entweder durch Rückkauf der schon bestehenden Anlagen des EWLE oder aber durch den Bau eines eigenen Netzes beschaffen. Wirtschaftliche und technische Erwägungen sprachen für den ersten Weg und daher wollte sich der Kanton noch vor dem Erlass des Eigenversorgungsgesetzes durch die im Oktober 1933 mit dem EWLE getroffene Kündigungsvereinbarung den Weg zum

[1]) S. Bull. SEV 1934, S. 161, 374 und 416.
[2]) Vgl. «Rechtsgutachten betr. das faktische Monopol des Bannalpwerkes», von Prof. Dr. E. Blumenstein, Bern.

Rückkauf des Verteilungsnetzes offen halten. Das nachher zustande gekommene Eigenversorgungsgesetz konnte von den Nidwaldner Behörden zwanglos dahin ausgelegt werden, dass die Gemeinde nunmehr dazu Hand bieten müsse, um durch Einhaltung der vereinbarten zweijährigen Kündigungsfrist das Verteilnetz des EWLE zurückzukaufen. Dann war der Regierungsrat auch befugt, die Kündigung an Stelle der Gemeinde vorzunehmen; dieses Vorgehen stützte sich auf die kantonale Gesetzgebung und verletzte daher die in Art. 17 KV gewährleistete Gemeindeautonomie nicht.

Ein staatlicher Eingriff in *wohlerworbene Rechte* (Art. 15 KV) kann nach der bundesgerichtlichen Rechtsprechung nur vorliegen, wenn eine Verletzung *feststehender* Rechte in Frage kommt. Sind aber diese Rechte *bestritten*, so hat derjenige, der sich durch einen Verwaltungsakt geschädigt glaubt, erst im ordentlichen Prozessweg sein Recht feststellen zu lassen und der Rekurs wegen Verletzung wohlerworbener Rechte steht ihm erst dann offen, wenn trotz einer solchen Feststellung am Verwaltungsakt festgehalten wird oder wenn der ordentliche Prozessweg verschlossen ist. Im vorliegenden Falle bestreitet der Kanton die Gültigkeit der Konzession vom 25. April 1934 und damit die im Rekurse behaupteten Rechtsansprüche, worüber erst im ordentlichen Verfahren entschieden werden müsste.

Die Rekurse wurden *abgewiesen*, soweit darauf eingetreten werden konnte.»

II. Bundesrat.

(Sitzung vom 11. Februar 1936.)

Der Bundesrat lässt sich zuhanden der Oeffentlichkeit folgendermassen vernehmen:

«Bekanntlich hat der Kanton Nidwalden seinerzeit den Bau eines kantonalen Elektrizitätswerkes unter Ausnützung der Wasserkräfte des Bannalpbaches beschlossen. Durch einen Landratsbeschluss und nachher durch das *Gesetz* vom 28. April 1935 ist diesem Werk das *faktische Monopol* zuerkannt, d. h. die ausschliessliche Befugnis, das im Kanton Nidwalden vorhandene öffentliche Grundeigentum (Strassen, Plätze, Gewässer usw.) für die innerkantonale Zuleitung und Verteilung elektrischer Kraft zu benützen. Durch dieses Monopol fühlen sich einige private Elektrizitätswerke (A.-G. Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg, A.-G. Bürgenstockbahn, A.-G. Elektrizitätswerke Altdorf, Centralschweizerische Kraftwerke, A.-G. für Steinindustrie Rotzloch und Schuhfabrik Buochs A.-G.), welche bisher den Kanton mit Strom versehen hatten, sowie die Gemeinden Stansstad und Hergiswil, die ihren Strom auch in Zukunft vom Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg beziehen möchten, in ihren Rechten verletzt.

Sie erhoben daher sowohl beim Bundesrat als beim Bundesgericht *Beschwerde* und verlangten Aufhebung des faktischen Monopols. Zur Begründung berufen sich die beim Bundesrat eingereichten Beschwerden hauptsächlich auf eine Verletzung von Art. 46, Absatz 3, des eidgenössischen Elektrizitätsgesetzes, welcher die Gemeinden ermächtigt, zum Schutze ihrer berechtigten Interessen das Recht zur Mitbenützung ihres öffentlichen Eigentums für Einrichtungen zur Abgabe elektrischer Energie innerhalb der Gemeinden zu verweigern oder an beschränkende Bestimmungen zu knüpfen.

Der *Bundesrat* hat nun festgestellt, dass die Einführung des «faktischen» Monopols (das in Wirklichkeit ein rechtliches ist) u. a. die Wirkung haben sollte, dass das kantonale Werk den öffentlichen Grund und Boden der Gemeinden für die Erstellung von Leitungen zwecks Abgabe von Energie in Anspruch nehmen könnte, ohne das Expropriationsverfahren einleiten zu müssen. Damit würden aber die Gemeinden die Gelegenheit verlieren, von dem ihnen in Art. 46, Absatz 3 des eidgenössischen Elektrizitätsgesetzes garantierten Recht Gebrauch zu machen oder sich unter Berufung auf ihre berechtigten Interessen der Durchleitung zu widersetzen, indem sie gegen die Enteignung Einsprache erheben.

Soweit dies zutrifft, stehen das kantonale Gesetz und der bezügliche Landratsbeschluss in *Widerspruch* zum *Bundesrecht*, sie sind deshalb vom Bundesrat in bezug auf diese Wirkung *ungültig erklärt* worden. Das kantonale Werk wird also, wenn es den öffentlichen Grund und Boden von Gemeinden gegen ihren Willen in Anspruch nehmen will, die Expropriation ebenfalls verlangen müssen. Die *Gemeinden* können diese durch eine blosse Einsprache aufhalten. Dem Exproprianten steht aber gegen eine solche Weigerung das Recht der *Beschwerde* zu. In jenem Verfahren wird der Bundesrat dann darüber zu entscheiden haben, ob die sich weigernden Gemeinden berechtigte Interessen geltend machen, welche den Durchleitungsbegehren für das kantonale Werk entgegengehalten werden können.

Die Frage der *Wirtschaftlichkeit* des Werkes, die in diesen Beschwerden einen grossen Raum eingenommen hat, war vom Bundesrat *nicht* zu prüfen.»

Die Aufgaben der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621.311(43)

An der Elektrotagung, die in der Zeit vom 16. bis 17. Januar 1936 in Essen stattfand, wurden Probleme erörtert, die auch für unser Land von Bedeutung sind und daher in ihren Grundzügen hier wiedergegeben werden sollen.

Das einleitende Referat hielt Direktor A. Koepchen, Essen, unter dem Titel «Die Aufgaben der deutschen Elektrizitätswirtschaft». Nach Darstellung der Bedeutung der deutschen elektrotechnischen Industrie für die Devisenbeschaffung gab der Vortragende ein Bild über die Bedeutung von Gas, Elektrizität und Kohle im deutschen Energiehaushalt und stellte fest, dass der Wert der erzeugten elektrischen Energie *ungefähr dem Wert der Stein- und Braunkohlenförderung entspricht.*

Der Vortragende ging dann über zur Schilderung der Elektrizitätserzeugung aus öffentlichen Elektrizitätswerken der wichtigsten Länder der Welt und stellte fest, dass beispielsweise in Amerika die Industrie in viel höherem Masse als in Deutschland an das öffentliche Energienetz angeschlossen sei. Das Verhältnis von Wärmeenergie zu Wasserkraftenergie schwanke von 1 % (Polen) bis 100 % (Schweiz und Norwegen). In Deutschland beträgt der Anteil der Wasserkraft 19 %. Der Vortragende bezeichnete die Alpen als das mitteleuropäische Kraftmassiv, von dem die grossen europäischen Fernleitungen in das Flachland ausstrahlen. In Deutschland sei im Süden das Alpenvorland reich an Wasserkräften, aber arm an Kohlenlagern, das Flachland im Norden dagegen reich an Kohlenschätzen. Im Jahre 1934 waren von Süddeutschland (ohne Bayern) noch etwa 650 Millionen kWh Ueberschuss an Wasserkraftenergie für Norddeutschland verfügbar. Es sei volkswirtschaftlich richtig, alle Wasserkraftenergie in allen *bereits ausgebauten Wasserkraftanlagen restlos auszunutzen.* An allen Stellen, wo Stauanlagen wegen Landesverbesserung, Hochwasserschutz oder Flusskanalisierung sozusagen zwangsläufig anfallen, müsse man auch Wasserkraftwerke zur Energieerzeugung errichten (Neckar, Main, Oberrhein usw.). Im Ruhrgebiet, also auf der Kohle, werden etwa 120 Millionen kWh jährlich aus Wasserkräften gewonnen. *Der Elektrizitätswirtschaft im Norden Deutschlands erwachse die Aufgabe, die zwangsläufig anfallende Wasserkraftenergie des Südens zum Wohle des Volksganzen aufzunehmen,* was nur auf dem Wege der Grossraumversorgung und der Verbundwirtschaft möglich sei.

Süddeutschland müsse natürlich in erster Linie seine Wasserkräfte selbst verwerten. Es sei widersinnig, die Wasserkraftenergie von Süden nach Norden und gleichzeitig Kohlen von Norden nach Süden für Dampfkraftwerke zu transportieren (in Süddeutschland werden noch 575 Millionen kWh in Dampfkraftwerken erzeugt).

Der Vortragende betonte entschieden die *Bedeutung der Wasserkräfte.* Die Energieerzeugung in abgeschriebenen Wasserkraftwerken könne hinsichtlich der Billigkeit auch bei weiterer technischer Vervollkommnung der Dampfanlagen nicht unterboten werden. Ein grosser Teil der ausländischen Wasserkräfte sei bereits abgeschrieben, in ein bis zwei Dezennien würden voraussichtlich alle heute bereits bestehenden Wasserkräfte abgeschrieben sein. Schon heute werde in Norwegen Wasserkraftenergie zu ⅓ bis ¼ Oere pro kWh angeboten, was für jene Industrien, die in grossem Umfange elektrische Energie für thermische und chemische

Fortsetzung auf Seite 116.

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	—17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	—30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0		2,1		2,5		3,1		378,7			338	524	—103	—27	94,8	
Février . . .	332,3		1,4		2,2		2,5		338,4			292		— 46		87,1	
Mars	369,6		0,5		1,9		1,8		373,8			245		— 47		108,5	
Avril	355,6		0,2		1,9		—		357,7			251		+ 6		104,4	
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Déc. . .	**1068,2**	**1182,8**	4,4	3,6	7,6	10,3	6,2	—	**1086,4**	**1196,7**	+10,2					279,0	350,7

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie [1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques [2])		Traction		Pertes et énergie de pompage [3])		Consommation en Suisse et pertes				Différence par rapport à l'année précédente [5])
													non compris les excédents et l'énergie de pompage		y compris les excédents et l'énergie de pompage [4])		
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5 (2,8)	18,4 (4,6)	11,8 (11,8)	28,6 (28,6)	23,4	24,7	52,2 (4,7)	53,5 (3,0)	246,6	255,0	265,9 (19,3)	291,2 (36,2)	+ 9,5
Janvier . . .	122,3		49,2		17,5		15,3		24,7		54,9		263,5		283,9		
Février . . .	104,3		44,2		15,9		17,4		21,5		48,0		228,6		251,3		
Mars	106,5		44,8		16,6		23,5		22,0		51,9		234,0		265,3		
Avril	95,6		44,4		20,1		23,1		17,7		52,4		214,8		253,3		
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Déc. . .	336,0	342,7	147,8	138,2	54,6 (13,3)	55,0 (14,7)	43,1 (43,1)	87,2 (87,2)	69,2	68,8	156,7 (12,5)	154,1 (6,4)	738,5	737,7	807,4 (68,9)	846,0 (108,3)	+ 4,8 (+57,2)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

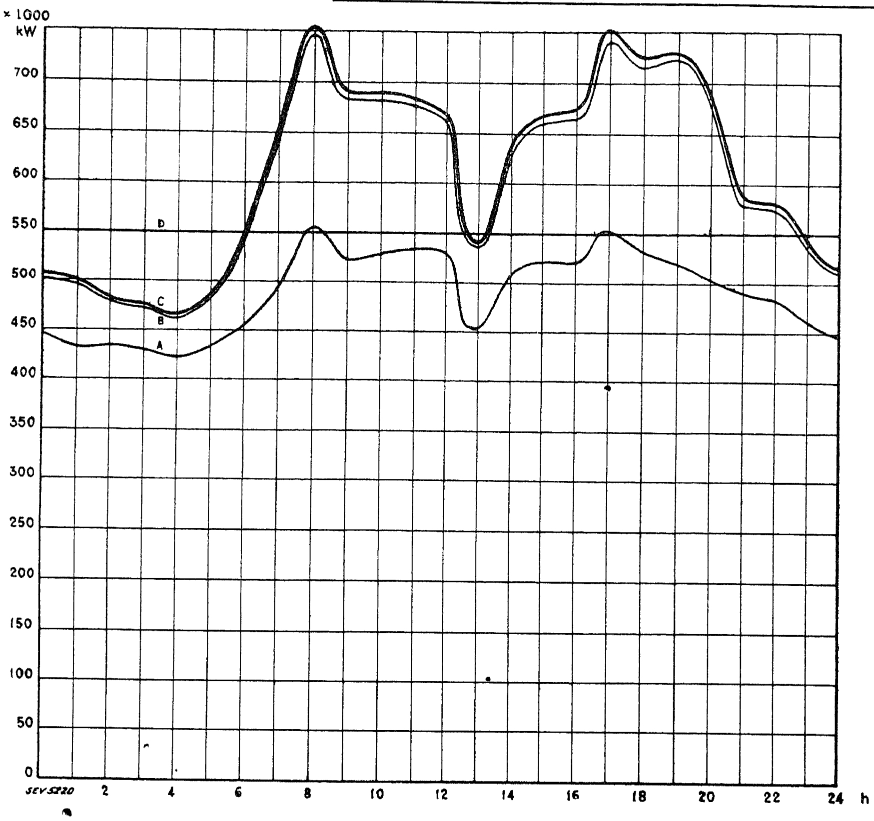
[2]) Chaudières à électrodes.

[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

Diagramme de charge journalier du mercredi 18 décembre 1935.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	550
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1205

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

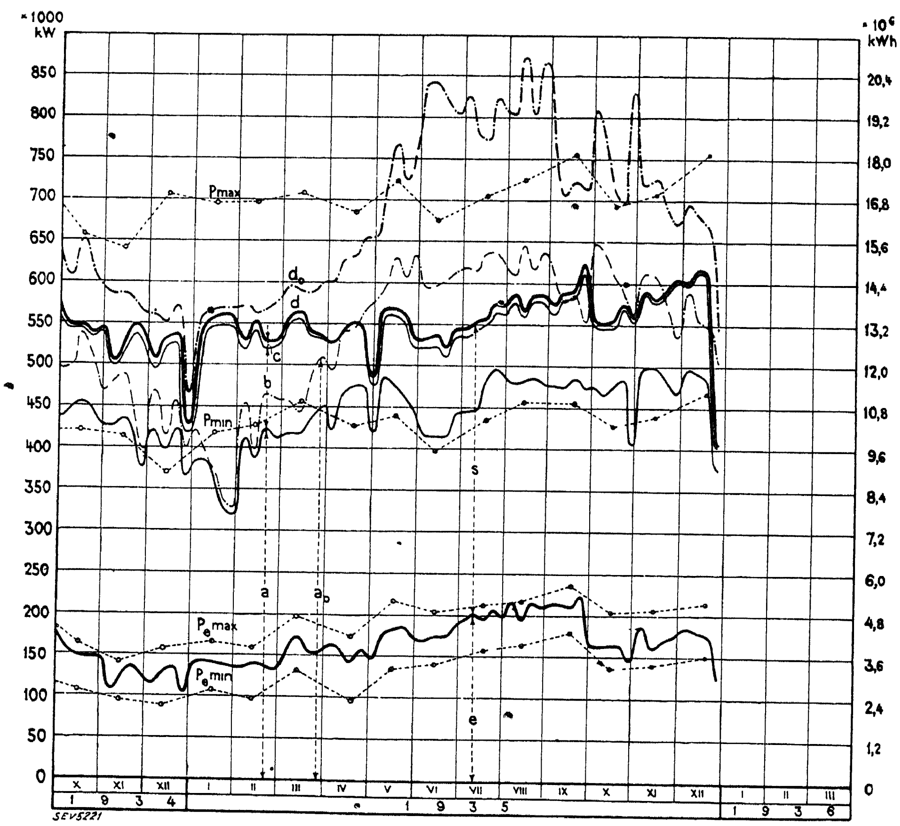
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,7
Usines à accumulation saisonnière . .	2,7
Usines thermiques	0,1
Production, mercredi le 18 décemb. 1935 .	14,5
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 18 décembre 1935 . .	14,6
Production, samedi le 21 décembre 1935	13,6
Production, dimanche le 22 décembre 1935	11,6

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, octobre 1934 à décembre 1935.



Légende:

1. *Production possible:* (selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Zwecke benötigen, auf dem Weltmarkt von grösster Bedeutung sei.

Wesentlich für die Wirtschaftlichkeit der Energieverteilung sei die *spezifische Energiedichte* für die Abgabe an die Kleinverbraucher, also des zwangsläufigen Absatzes. Diese sei ausserordentlich verschieden (Leipzig 515 000 kWh/km², Oberschwaben 3550 kWh/km²). Ueberlandwerke mit geringer Energiedichte müssen darauf sehen, möglichst alle nicht zwangsläufigen Abnehmer, also namentlich die Grossabnehmer, zu gewinnen. Die volkswirtschaftliche Güte der Elektrizitätsversorgung sei umgekehrt proportional dem Prozentsatz zwangsläufigen Absatzes und steige mit dem prozentualen Versorgungsanteil der Grossabnehmer.

Für die Elektrizitätswerke sei es eine Anstandspflicht, die zwangsläufigen Abnehmer zu für sie erträglichen Preisen zu beliefern. Die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke (RWE) nehmen in den Zweizimmerwohnungen im Durchschnitt monatlich 1,48 RM., in der Dreizimmerwohnung 1,78 RM. und in der Vierzimmerwohnung 2,11 RM. ein. Der Gegenwert von 1½, 2 oder 3 Zigaretten pro Tag sei natürlich kein Aequivalent für die Annehmlichkeiten und Vorzüge des elektrischen Lichtes. *Trotz Energiepreisermässigungen gehe der spezifische Verbrauch pro Wohnung ständig zurück.* Koepchen bezeichnet es als besonderen Vorteil des reinen Kilowattstundentarifs der RWE, dass er auch dem Aermsten den Anschluss an das elektrische Verteilnetz ermögliche. Mit den Haushaltungstarifen mit einheitlichen Energiepreisen bis zu 8 und 5 Pfg./kWh werde es auch Minderbemittelten ermöglicht, Elektrizität für Licht-, Koch-, Kühl- und Heizzwecke zu erträglichen und vergleichbaren Preisen zu verwenden. Der Referent wünscht in diesem Zusammenhang, dass die *freie Konkurrenz der verschiedenen Energiearten* keiner Einschränkung unterzogen werde. Das Bestreben, die eine oder andere Energieform als alleinige Domäne für die Wärme herauszustellen, sei abwegig und werde durch die bisherige Entwicklung ad absurdum geführt. Ohne den elektrischen Lichtbogen wären beispielsweise ganze Produktionszweige überhaupt nicht möglich. Der prozentuale *Anteil der Elektrowärme,* der heute bereits 20 % des deutschen Energieabsatzes ausmache, werde in Zukunft noch *gewaltig steigen.*

Der Referent geht dann über zur *Bedeutung des Absatzes der elektrischen Energie für die Industrie.* Den Grossabnehmern stehe es frei, die nötige Energie entweder selbst zu erzeugen oder sie zu beziehen. Von einem Monopol der Elektrizitätswerke könne also nicht gesprochen werden. Die weitestgehende Versorgung der Industrie durch die Elektrizitätswerke müsse das Ziel sein, denn die Industrieentnahme bilde das Fundament für eine rationelle Energieerzeugung und damit billigen Versorgung der Kleinabnehmer. *Erschwerend wirke der Zwischenhandel,* der wenig Interesse an einer Belieferung der Industrie mit wenig Gewinnmarge zeige. Die Zwischenhändler sollten den Zwischenhandel nur dort betreiben, wo es wirtschaftlich möglich sei, nämlich bei den zwangsläufigen Kleinabnehmern, die Grossabnehmer dagegen dem Grosserzeuger überlassen gegen eine angemessene Abgabe von der Bruttoeinnahme. *Ueberall dort sei die Elektrizitätswirtschaft nicht in Ordnung, wo die Grossabnehmer im allgemeinen nicht beliefert werden.*

An der Aluminium-, Karbid-, Ferrosilicium-, Elektrostahl- und Kunstseide-Erzeugung zeigte der Referent das grosse volkswirtschaftliche Interesse der Erfassung auch der grössten Abnehmer durch die grossen Landesversorgungen.

Am Schlusse seines Vortrages gab der Referent einen Ueberblick über die *fünf Elektrowirtschaftsgebiete,* die sich aus wirtschaftlicher Notwendigkeit heraus bilden. Im Westen kommt das badisch-württembergisch-hessisch-rheinisch-westfälische Wirtschaftsgebiet mit einem Energiebedarf von 7,7 Milliarden kWh im Jahre 1934 in Frage, wovon 5,5 Milliarden kWh in *dauerndem Verbundbetrieb* gewonnen werden. Wie sich dieser Verbundbetrieb für das RWE gestaltet, zeigte der Referent an Hand einer Belastungskurve des grösstbelasteten Tages (18. Dez. 1935). Die Höchstbelastung betrug nur das 1,62fache der Minimalbelastung, eine Folge der Grossraumwirtschaft und der damit erzielten guten Durchmischung. Beim RWE werden die Laufwasserkräfte aus Baden, Württemberg und Rheinland, soweit sie mit dem RWE-Netz verbunden sind, restlos ausgenutzt, dann die auf den Fundstellen der Kohle errichteten Wärmekraftwerke mit 24-stündiger durchlaufender Belastung betrieben und schliesslich die Belastungsspitzen durch Speicherwasserkraftwerke und Pumpspeicherwerke gedeckt. *Härry.*

Elektrifizierung von Kurzarbeitersiedelungen in Nürnberg.

Die städtischen Werke von Nürnberg untersuchten gründlich die zweckmässige Energieversorgung von Siedelungen. Die Schwierigkeiten lagen in der bei Siedelungen zur Anwendung kommenden Bauweise mit verhältnismässig grossen Hausabständen, in dem verhältnismässig geringen Lichtverbrauch und in der Ausgestaltung eines für solche Verhältnisse geeigneten Tarifs. Die Untersuchungen ergaben, dass die Energieversorgung von Siedlern nur möglich ist, wenn man nicht elektrische Energie *und* Gas zur Verfügung stellt, sondern wenn man versucht, nur mit einer einzigen Energieart auszukommen. Die Wahl musste auf Elektrizität fallen, denn nur die elektrische Energie erlaubt, *allen* Bedürfnissen zu entsprechen. Bei ausschliesslicher Verwendung von Elektrizität ist es möglich, an Kapital zu sparen und damit angemessene Energiepreise festzusetzen. Der Siedler-Elektrizitätstarif ist ein Grundpreistarif; der kWh-Preis beträgt 8 Pfennig, der Grundpreis beträgt RM. 1.10 monatlich bei einem Erstellungswert der Siedelung von 2000 bis 3000 RM., RM. 1.40 monatlich bei einem Erstellungswert von 3500 bis 7000 RM. und RM. 1.80 monatlich bei einem Erstellungswert von 7000 bis 12 000 RM. Voraussetzung für die Gewährung dieses Tarifs ist die Aufstellung und regelmässige Benützung eines elektrischen Vollherdes, eines Sparherdes oder eines kombinierten Elektro-Kohleherdes, bestehend aus 2 bis 3 Kochstellen, elektrischer Bratröhre und Kohlezusatzherd. Die städtischen Werke stellen fest, dass sie Siedelungshäuser nur dann zu einem billigeren Preis an das Kabelnetz anschliessen können, wenn nicht nur elektrisch beleuchtet, sondern auch elektrisch gekocht wird.

Anfänglich gingen die Siedler nur ungern an diese Neuerung heran, heute aber sind sie, wie aus Presseäusserungen hervorgeht, ihre eifrigsten Verteidiger und der Siedlertarif erfreut sich der grössten Beliebtheit unter der grossen Siedlerschar Nürnbergs. *Hy.*

Miscellanea.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

SUVA. Herr Direktor Dr. h. c. *A. Tzaut,* Mitglied der Verwaltungskommission des SEV und VSE, tritt auf Ende Juni d. J. als Direktor der Schweiz. Unfallversicherungsgesellschaft, Luzern (SUVA), zurück, nachdem er an der Spitze dieser Anstalt während 24 Jahren eine ausserordentlich fruchtbare und erfolgreiche Tätigkeit entfaltet hat.

Die Eidg. Kommission für die Ausfuhr elektrischer Energie wurde vom Bundesrat auf eine neue Amtsdauer wiedergewählt (s. Bull. SEV 1932, S. 99). Als Nachfolger des verstorbenen Herrn Direktor J. Chuard wurde der bisherige Ersatzmann Herr Direktor *E. Payot,* Basel, gewählt. Der zweite Ersatzmann, Herr Oberst *de Goumoens,* Thun, wurde auf seinen Wunsch unter Verdankung der geleisteten Dienste entlassen.

Osram A.-G. Am 10. Februar 1936 konnte Herr *Chr. P. Jensen,* Direktor der Osram-Gesellschaft, Berlin, auf seine 25jährige Tätigkeit bei diesem Unternehmen zurückblicken. Herr Jensen ist auch in unseren Kreisen durch seine unermüdliche und wegleitende Arbeit für die Einführung licht-

wirtschaftlicher Bestrebungen bekannt. Er hat mit grossem Erfolg den Zusammenschluss der an der Entwicklung der Beleuchtung Beteiligten befürwortet und an der Bildung und Führung solcher zweckdienlicher Organisationen mitgewirkt.

50 Jahre Westinghouse. Am 8. Januar feierte die Westinghouse Electric & Manufacturing Company in East Pittsburgh Pa. (USA) ihr 50jähriges Bestehen. George Westinghouse gründete das Unternehmen zur Herstellung elektrischer Beleuchtungsgeräte; es entwickelte sich sehr rasch zur Weltfirma. Heute bearbeitet die Westinghouse Co. jeden Zweig der Elektrotechnik und der angrenzenden Gebiete.

Kleine Mitteilungen.

Haus der Elektrotechnik. Im Rahmen der Grossen Technischen Messe und Baumesse Leipzig stellt die deutsche elektrotechnische Industrie wieder im Haus der Elektrotechnik aus. Die Veranstaltung dauert vom 1. bis 9. März d. J.

IIIe Conférence mondiale de l'énergie, Washington, septembre 1936.

A la suite de l'invitation du Président des Etats-Unis la troisième session plénière de la Conférence mondiale de l'énergie aura lieu à Washington du 7 au 12 septembre 1936. En même temps se tiendra le deuxième Congrès des grands barrages.

Contrairement aux sessions antérieures, les délibérations de la Conférence de Washington seront limitées aux problèmes de *l'Economie nationale de l'énergie*. Le programme définitif, édité par le Comité national américain de la Conférence mondiale de l'énergie contient les sujets de discussion suivants:

I. Base matérielle et statistique de l'Economie nationale de l'énergie: tendances techniques, économiques et sociales:
1° Ressources en énergie, leur mise en valeur et leur utilisation.
2° Tendances significatives dans la mise en valeur et dans l'utilisation des ressources en énergie.
3° Rassemblement, compilation et publication des statistiques avec référence particulière à leur usage international.

II. Organisation des industries des combustibles:
4° Organisation de la production, du traitement et de la distribution du charbon et de ses dérivés.
5° Organisation de la production, du raffinage et de la distribution du pétrole et de ses sous-produits.
6° Organisation de la production, du transport et de la distribution du gaz naturel et du gaz artificiel.

III. Organisation et règlementation des entreprises d'électricité et de gaz livrant à des tiers:
7° Organisation des entreprises d'électricité et de gaz livrant à des tiers et financées avec des fonds privés.
8° Règlementations par les pouvoirs publics des entreprises d'électricité et de gaz livrant à des tiers et financées avec des fonds privés.
9° Organisation, subventionnement et exploitation des entreprises d'électricité et de gaz livrant à des tiers et financées avec des fonds du trésor public.

IV. Directives nationales et régionales pour l'utilisation la plus efficace des ressources naturelles:
10° Directives nationales et régionales et leur rapport à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles.
11° Utilisation rationnelle des ressources en charbon.
12° Utilisation rationnelle du pétrole et du gaz naturel.

V. Problèmes spéciaux aux directives régionales:
13° Directives relatives à l'utilisation des ressources hydrauliques.
14° Utilisation des petites forces hydrauliques.
15° Intégration par région des moyens de production et d'exploitation des entreprises d'électricité et de gaz livrant à des tiers.

VI. Rationalisation de la distribution:
16° Rationalisation de la distribution de l'énergie électrique et du gaz.
17° Electrification rurale.

VII. Politique nationale:
18° Politique nationale relative à l'énergie et aux ressources.

La préparation des rapports nationaux sera faite par le comité national du pays en question. Les rapports individuels seront annoncés à ce comité. Toutefois, seuls les rapports correspondant clairement au sens du programme et préparés suivant les directives jointes au programme seront acceptés.

La préparation de la session est dirigée par M. O. C. Merrill, Directeur de la conférence. Les communications et demandes seront adressées pour la Suisse, à M. E. H. Etienne, Secrétaire du Comité National Suisse, Bollwerk 27, Berne. Les programmes en langue française ou allemande peuvent être obtenus à cette adresse.

La session sera suivie de voyages d'étude dont les itinéraires sont les suivants:

1° *Voyage transcontinental* par train spécial quittant Washington le 14 septembre pour Montreal, Ottawa, retournant aux Etats-Unis pour atteindre la côte nord du Pacifique, la Californie et retourner à Washington. Durée: env. 3 semaines.

2° *Voyage dans l'est des Etats-Unis,* avant ou après la conférence, départ, soit le 25 août, soit le 14 septembre. Durée: env. 10 jours.

3° *Voyages d'étude selon programme spécial* et combinés avec des assemblées de discussion des problèmes techniques suivants: Production et traitement du charbon, Raffinage du pétrole, Production et distribution du gaz, Installations de vapeur à haute pression et turbines au mercure, Usines génératrices, Réseaux électriques à haute tension, Electrification des chemins de fer et automotrices Diesel, Aménagement de la vallée du Tenessee, Education et recherches scientifiques dans le domaine de l'ingénieur. Ces voyages d'étude seront organisés avant et après la conférence. Durée: env. 1 semaine.

4° *Voyage au Canada.* Durée: env. 10 jours.

De plus amples détails au sujet de ces voyages seront communiqués ultérieurement.

13. Akademischer Diskussionsvortrag ETH.

Samstag, 22. Februar, 9.30 Uhr, im Maschinen-Laboratorium, Hörsaal IV: «*Die charakteristischen Eigenschaften des elektrischen Gasentladungslichtes in physikalischer, physiologischer und psychologischer Hinsicht und die hieraus resultierenden Folgerungen*».

Hauptreferenten: Prof. *van de Werfhorst* von der Universität in Utrecht, Obering. *L. Schneider*, Dozent an der T. H., Berlin.

Zur Frage des äquivalenten Energiepreises des Gasentladelichts im Vergleich zur Metalldrahtlampe werden Ing. *J. Guanter* den Standpunkt des Lichtverbrauchers und Herr Direktor *E. Baumann*, Bern, den Standpunkt des Energielieferers als Diskussionsbeitrag behandeln. — Die Diskussion wird, wenn nötig, nach Einschaltung einer kurzen Mittagspause nachmittags bis spätestens 16 Uhr fortgesetzt.

Literatur. — Bibliographie.

621.316.11 *Nr. 1194*

Méthode générale de calcul des réseaux électriques maillés en régimes équilibrés et déséquilibrés. Par *Ch. Lavanchy.* 134 p., A5, 51 fig. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris 1936. Prix relié frs. fr. 43.—; broché frs. fr. 34.—, Port en sus.

L'auteur a déja exposé partiellement sa méthode générale de calcul des réseaux maillés, dans divers mémoires, qui

lui ont valu un prix au Concours de la Fondation Montefiore pour 1935. Le présent ouvrage en donne un exposé systématique complet et décrit ses applications aux régimes équilibrés et déséquilibrés.

Cette nouvelle méthode ne présente pas l'inconvénient de la plupart des procédés connus: d'une part, elle se limite toujours à des calculs élémentaires; d'autre part, malgré une remarquable simplicité de moyens, elle est si générale qu'elle suffit seule au calcul des réseaux maillés de configuration quelconque, interconnectant un nombre quelconque de nœuds consommateurs ou générateurs, qu'il s'agisse de courants continus ou alternatifs équilibrés ou déséquilibrés, et particulièrement de régimes déséquilibrés accidentellement en vue de réaliser des dispositifs de protection contre les effets de court-circuit.

En simplifiant ainsi à l'extrême la recherche des solutions électrotechniques, elle libère le praticien de l'étude des divers principes ou théorèmes, et lui permet d'appliquer le même principe à tous les cas, avec la certitude d'aboutir sans complications et sans tâtonnements. Etant entièrement algébrique, elle donne des résultats aussi précis qu'on le veut, ainsi que le démontrent les exemples traités.

L'ouvrage comprend trois parties principales. Dans la première, l'auteur développe la méthode pour le cas des réseaux maillés en régime équilibré. Dans la seconde, il l'applique au cas des régimes accidentels de surcharge par court-circuit, intéressant une, deux ou trois phases. Dans la troisième il donne divers exemples de calculs basés sur les principes exposés dans les deux premières parties.

Rédigé par un spécialiste sous une forme condensée, pratique, accessible à tous, cet ouvrage est destiné à rendre de grands services à tous les ingénieurs électriciens ayant à s'occuper de l'étude et de l'exploitation de réseaux ou de la construction de matériel électrique et à ce titre nous avons tenu à le signaler tout spécialement à nos lecteurs.

———

628.974 *Nr. 1167*

Les enseignes lumineuses électriques. Par *Armand Vallat* et *René Beyaert.* 274 p., A5, 200 Fig. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6e), 1936. Prix: relié frs. fr. 58.—; broché frs. fr. 48.—; port en sus.

L'ouvrage étudie d'abord l'utilisation en groupes des lampes à incandescence ordinaire, soit que l'émission se fasse par les lettres et les figures elles-mêmes, soit que, pour obtenir un effet et de jour et de nuit, on ait recours à l'éclairage par transparence. Il expose ensuite la constitution et les principes de fonctionnement des tubes à décharge électrique, dont l'usage s'est répandu depuis peu, leur montage pratique et leur alimentation. Il décrit enfin quelques réalisations obtenues tant en France qu'à l'étranger.

Les auteurs, dont l'un est professeur et l'autre ingénieur d'une société qui consacre son activité aux enseignes lumineuses, ont écrit leur ouvrage pour les fabricants d'enseignes, les techniciens des agences de publicité, les installateurs, les architectes. Leur travail, grâce à la clarté de son exposé, à l'examen des divers types utilisés, permet d'étudier une installation dans ses plus petits détails, même lorsqu'elle se présente dans des conditions particulièrement difficiles.

———

Firmenkataloge.

Die **Rauscher & Stöcklin A.-G., Sissach,** verschickte zu Anfang 1936 einen neuen Hauptkatalog, Format A4, in dem die 9 Listen: Hebelschalter, Sicherungen, Schaltkasten, Sicherungskasten, Oelschalter, Trennschalter, Ueberspannungsschutzapparate, Schaltanlagen und Kleinmaterial, vereinigt sind. Ueber Transformatoren aller Art von 50 VA bis 500 kVA, Strom- und Spannungswandler und Erdungsdrosselspulen bestehen separate Listen. Wir machen gern auf diese Veröffentlichung aufmerksam.

Die **Porzellanfabrik Langenthal A.-G.** legt einen neuen Katalog über Hänge- und Abspannisolatoren der drei in der Schweiz gebräuchlichsten Konstruktionen: Ohio Brass, Motor- und Federring vor. Jeder dieser Konstruktionen ist ein Heft gewidmet; die drei Hefte sind in einer Sammelmappe vereinigt. Der Katalog gibt in prägnanter Fassung die wissenswerten technischen Daten.

Adolf Feller A.-G., Horgen Im letzten Herbst gab diese Firma, die stets nach Kräften mithilft, das Installationsmaterial zu verbessern, eine hübsche, kleine Schrift heraus: «Die moderne elektrische Hausinstallation». Sie möchte damit auf die Schalter und Steckvorrichtungen hinweisen, welche sich seit vielen Jahren immer wieder bewährten und sich dank ihrer Dauerhaftigkeit und Betriebssicherheit als preiswürdig erwiesen haben.

A. Fenner & Cie., Zürich. Der soeben herausgekommene neue Hauptkatalog Nr. 5 dieser bekannten Engros-Firma ersetzt alle früheren Preislisten. Er gibt auf 256 Seiten, Format 23 × 31 cm, Auskunft über alles Installationsmaterial für Stark- und Schwachstrom, nach Möglichkeit schweizerischer Herkunft, und dessen Preise, Stand Januar 1936. Ein Nummernverzeichnis und ein Schlagwortregister erleichtern den Gebrauch dieses schön ausgestatteten Werkes.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

(ASE) pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

—

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er février 1936.

A. Saesseli & Cie, Bâle (Repr. de la firme Gebr. Berker, Spezialfabrik für elektrotechnische Apparate, Schalksmühle i. W.).

Marque de fabrique:

Interrupteur rotatif pour 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en porcelaine (. . P), resp. en résine artificielle moulée brune ou crème.

No. 6 Eb/231, . . P,	interrupt. ord. unipol.	schéma 0
» 6 Eb/235, . . P,	interrupt. à grad. unipol.	» I
» 6 Eb/234, . . P,	commutateur unipolaire	» II
» 6 Eb/236, . . P,	inverseur unipolaire	» III
» 6 Eb/237, . . P,	interr. de croisement unipol.	» VI

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre, en porcelaine ou en résine artificielle moulée.

No. 6 Eb/1031,	interrupt. ord. unipol.	schéma 0
» 6 Eb/1035,	interrupt. à grad. unipol.	» I
» 6 Eb/1034,	commutateur unipolaire	» II
» 6 Eb/1036,	inverseur unipolaire	» III
» 6 Eb/1037,	interr. de croisement unipol.	» VI

Interrupteur à tirage pour 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune ou crème.

No. 6 EZ/231,	interrupt. ord. unipol.	schéma 0
» 6 EZ/235,	interrupt. à grad. unipol.	» I
» 6 EZ/234,	commutateur unipolaire	» II
» 6 EZ/236,	inverseur unipolaire	» III
» 6 EZ/237,	interr. de croisement unipol.	» VI

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre, en porcelaine ou en résine artificielle moulée.

No. 6 EZ/1031,	interrupt. ord. unipol.	schéma 0
» 6 EZ/1035,	interrupt. à grad. unipol.	» I
» 6 EZ/1034,	commutateur unipolaire	» II
» 6 EZ/1036,	inverseur unipolaire	» III
» 6 EZ/1037,	interr. de croisement unipol.	» VI

Carl Maier & Cie, Fabrique d'appareils électriques, *Schaffhouse.*

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 250/500 V, 25/20 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: pour montage dans coffrets ou sur tableaux; tolérés aussi pour montage dans coffrets pour locaux humides et mouillés lorsque les coffrets sont protégés contre l'humidité et que la distance entre pièces sous tension et pièces métalliques accessibles est de 8 mm au moins.
Exécution: socle en matière céramique; fixation au moyen de deux vis.

No. Pd 25/I :	interrupt. ord. unipol.	schéma 0
» Pd 25/II :	» » bipol.	» 0
» Pd 25/III:	» » tripol.	» 0

Prises de courant.

A partir du 1er février 1936.

A. Saesseli & Cie, Bâle (Repr. de la firme Gebr. Berker, Spezialfabrik für elektrotechnische Apparate, Schalksmühle i. W.).

Marque de fabrique:

Prise de courant triple pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune ou crème (w).
No. 903, ...w, exécution normale; pour fiches avec tiges de 4 mm, resp. une tige de 4 et une de 5 mm.

La firme *J. G. Vetter*, Elektrotechnische Kunstharzartikel, *Zurich.*

Marque de fabrique:

Fiches bipolaires pour 250 V, 6 A.
Utilisation: dans locaux secs.
Exécution: tiges en laiton nu; corps de la fiche en résine artificielle moulée noire.
No. 180: exécution normale, avec deux tiges de 4 mm (fendues).
No. 181: exécution spéciale, avec une tige de 4 mm et une tige de 5 mm (fendues).
No. 182: exécution normale, avec deux tiges de 4 mm (ressort en acier).

Prises de courant mobiles bipolaires pour 250 V, 6 A.
Utilisation: dans locaux secs.
Exécution: pièces de contact en laiton nu; pièces isolantes en résine artificielle moulée noire.
No. 185: exécution normale, pour fiches avec deux tiges de 4 mm.

Interrupteurs et prises de courant.

A partir du 1er février 1936.

H. W. Kramer, Zurich (Repr. de la firme Gebr. Vedder G. m. b. H., Schalksmühle i. W.).

Marque de fabrique: Presto

Combinaison interrupteur rotatif — prise de courant pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune.

No. 1010/0 Jb:	avec interrupt. ord. unipol. schéma 0	et avec prise de courant bipol. pour fiche avec tiges de 4 mm, resp. avec une tige de 4 et une de 5 mm.
» 1010/1 Jb:	avec interrupt. à grad. unip. schéma I	
» 1010/3 Jb:	avec inverseur unipol. schéma III	

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission prescrites par le § 7 des «Conditions techniques pour lampes électriques à incandescence» (voir Bull. ASE 1935, No. 20, p. 578), subies avec succès, le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé à la maison mentionnée ci-dessous, à partir du 1er janvier 1936, pour les

lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, étalonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 1000 heures.

Flux lumineux nominal: 15, 25, 40, 65, 100, 125, 150, 250 Dlm.
Tensions nominales: entre 110 et 230 V.
Genre d'exécution: forme de poire, dépolies intérieurement, culot Edison ou à baïonnette.
«Pope», *R. H. Gachnang, Zurich.*

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «Antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant.

A partir du 1er janvier 1936.

Electro Lux, Société Anonyme, *Zurich* (Repr. de Aktiebolaget Lux, Stockholm).

Marque de fabrique: Plaquette *Electrolux.*

Frottoir série B 3 34
pour 210—225 V ⩳, 230 W.
Aspirateur à poussière série S 1232
pour 210—225 V ⩳, 230 W.
Aspirateur à poussière modèle Z 16
pour 220 V ⩳, 230 W.
Aspirateur à poussière S 1129
pour 210—225 V ⩳, 230 W.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 6 février est décédé, à l'âge de 54 ans, des suites d'une crise cardiaque, Monsieur *E. Boder*, chef d'exploitation du Service de l'Electricité de la Ville d'Olten, membre de l'ASE depuis 1924. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil et à l'entreprise que le défunt dirigeait.

Un article nécrologique suivra.

Le 14 février est décédé à Zurich après une longue maladie, à l'âge de 73 ans, Monsieur *Auguste Ritter*, ancien adjoint du chef d'arrondissement postal, membre de l'ASE depuis 1905. Nous présentons à la famille en deuil nos plus sincères condoléances.

Un article nécrologique suivra.

Commission pour les questions juridiques.

Le 8 janvier, cette nouvelle commission, nommée par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, a tenu sa première séance. Après avoir pris connaissance de la réglementation du déparasitage dans les différents pays, elle examina la situation en Suisse, en particulier le côté juridique et financier de la question. Elle étudia un projet de l'Administration des Postes et Télégraphes, relatif à la protection juridique des installations de radioréception contre les perturbations radioélectriques et à la répartition des frais occasionnés par les mesures de déparasitage, et établit un plan de travail.

Commission pour l'essai des matières isolantes non céramiques et ne contenant pas de caoutchouc.

Le 10 janvier 1936, cette commission a tenu sa 4e séance. Elle examina les résultats des essais entrepris par la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur de nombreux objets, en vue d'établir une méthode permettant de fixer les qualités des matières isolantes non céramiques et ne contenant pas de caoutchouc au point de vue de la formation de lignes de fuite. Tout d'abord, on a tenté d'essayer cette propriété des isolants en les soumettant à la flamme d'un arc à haute tension; aujourd'hui, on se rallie plutôt à l'essai utilisant un liquide neutre à faible tension superficielle, c'est-à-dire mouillant fortement l'objet qu'on y plonge ou sur lequel on le laisse tomber goutte à goutte. Au sortir du liquide, ou pendant que les gouttes tombent, on applique à deux bornes de polarité différente ou à deux électrodes faisant pression sur la matière à une distance déterminée l'une de l'autre, une tension alternative (1,1 fois la tension nominale) et on observe la manière dont se comporte l'isolant sous cette sollicitation. Les différents pays collaborant à la commission internationale pour les questions d'installation (IFK) examinent également, chacun de son côté, cette méthode d'essai. Il y a lieu d'espérer que la restriction provisoire des domaines d'application des matières isolantes non céramiques et ne contenant pas de caoutchouc, convenue en 1933 avec les fabricants et consommateurs suisses de matières isolantes moulées, pourra être levée et remplacée par une méthode d'essai permettant de déceler les matières et constructions impropres. La commission envisagea en outre de procéder à une révision des essais de résistance des matières isolantes au feu et à l'amolissement (essais avec cône chauffant), figurant dans toutes les normes de l'ASE.

Dimensions normales pour conducteurs isolés.

La Commission Technique 17 (CT 17) de la Société suisse de Constructeurs de Machines (SCM), chargée par la commission de normalisation de la SCM d'établir en collaboration avec l'ASE des normes pour les dimensions des types courants de conducteurs isolés, nous prie de publier la notice suivante:

«Les projets relatifs aux conducteurs à gaine de caoutchouc et aux câbles sous plomb, publiés dans la «Schweizerische Technische Zeitschrift (STZ), Nr. 3, année 1932, n'ont pas été approuvés alors par la commission de normalisation de la SCM, car les désignations ne correspondaient pas à celles de l'Association Suisse des Electriciens (ASE). Là-dessus, la CT 17 fut chargée de fixer des désignations uniformes, d'accord avec l'ASE et les principaux consommateurs. Ces désignations ont été approuvées de toutes parts et l'ASE les a déjà introduites [1]). Les projets publiés antérieurement ont été revus et complétés par les nouvelles désignations. Il est donc nécessaire de les soumettre encore une fois à l'enquête publique. Cependant, l'espace nous manque pour les publier tous, raison pour laquelle nous prions tous les intéressés de se les procurer au *Bureau de normalisation de la SCM, Zurich, Lavaterstrasse 11*. La mise à l'enquête publique comprend les projets suivants:

	Tension d'essai
Conducteurs à gaine de caoutchouc	2 kV
Conducteurs à gaine de caoutchouc renforcé	4, 7, 11 et 16 kV
Conducteurs à gaine métallique	2 kV
Fils pour lustrerie	2 kV
Conducteurs multiples pour appareils mobiles	2 kV
Câbles sous plomb, épaisseurs des enveloppes de plomb, câbles sous plomb isolés au caoutchouc	2 kV
Câbles sous plomb à isolement au caoutchouc renforcé	4 kV
Câbles sous plomb isolés au papier	2 kV

Les observations au sujet de ces projets devront parvenir jusqu'au 10 mars 1936 au plus tard au Bureau de normalisation de la SCM.

Emboîtages pour le Bulletin de l'ASE.

Comme les années précédentes, l'éditeur du Bulletin de l'ASE fournit l'emboîtage au prix de fr. 2.—. Prière d'adresser les commandes à l'éditeur, A.-G. Fachschriftenverlag & Buchdruckerei, Zurich, Stauffacherquai 36/38. On peut aussi obtenir, à la même adresse, des emboîtages pour les années précédentes.

Service Technique Suisse de placement (STS).

Dès maintenant nous ferons paraître régulièrement, à la dernière page d'annonces, la liste des emplois vacants dans l'industrie des machines et électrique, annoncés comme tels au STS. Dans le présent numéro, cette liste se trouve exceptionnellement sur cette page.

[1]) Voir Bull. ASE 1935, No. 10, p. 278 et No. 15, p. 423.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année | Nº 5 | Vendredi, 6 Mars 1936

Une explosion d'interrupteur dans une sous-station des Services Electriques de la Ville de Winterthur.

Par *W. Howald*, Winterthur.

621.316.57.064.25.0046

Les explosions d'interrupteurs et les incendies par inflammation de l'huile sont pour les exploitations électriques des événements redoutés, bien que fort rares. Dans l'exemple qui suit, il est fait mention des effets destructeurs d'une semblable explosion, bien qu'elle n'ait intéressé qu'une quantité d'huile minime. Quelques directives déduites des observations faites à l'occasion de l'accident sont ensuites formulées.

Schalterexplosionen und Oelbrände sind im Elektrizitätswerksbetrieb seltene, aber gefürchtete Erscheinungen. Es werden im folgenden an einem Beispiel die Zerstörungen, welche auch kleine Oelmengen hervorrufen können, besprochen und einige Wegleitungen, welche sich aus den Beobachtungen der Störung ergeben, diskutiert.

La sous-station principale 45/3 kV du Service de l'Electricité de Winterthur a été le théâtre, le 16 janvier 1936, d'une interruption d'exploitation

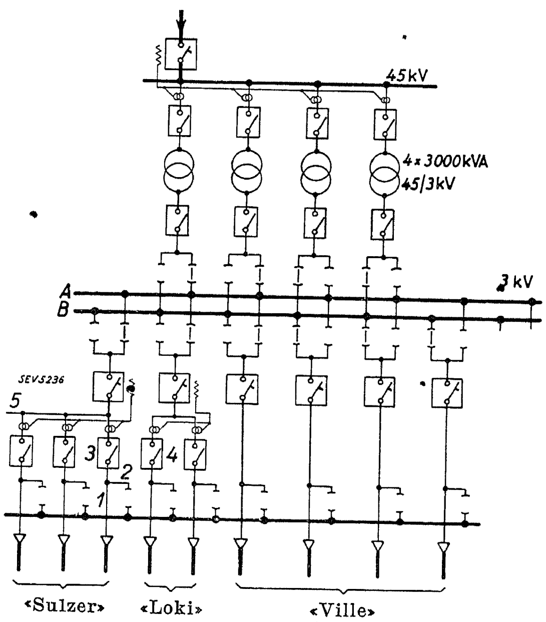


Fig. 1.
Schéma de principe de l'installation.
1 Emplacement occupé lors des essais de court-circuit à la terre.
2 Arc amorcé au sectionneur.
3 Interrupteur ayant fait explosion.
4 Cellules endommagées «Loki».
5 Barres endommagées «Sulzer».

causée par une explosion d'interrupteur et qui, en raison de la rareté du fait, autant que par ses conséquences, mérite l'attention de tous les électriciens.

Dans cette sous-station, l'énergie à 45 kV est transformée à la tension de 3200 volts au moyen de 4 transformateurs de 3000 kVA chacun. — En

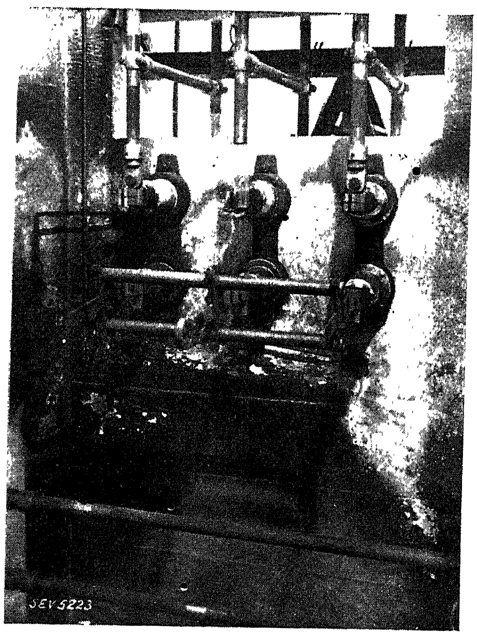


Fig. 2.
Cellule des sectionneurs de la barre auxiliaire.

règle générale, deux de ces transformateurs alimentent le Secteur «A» sur lequel est branchée la grosse industrie, alors que les 2 autres alimentent le Secteur «B» avec les câbles de la distribution urbaine. — De cette manière, le service urbain est à l'abri

des à-coups survenant dans l'exploitation industrielle, dus notamment aux fours électriques.

On relève du schéma de la fig. 1 que, eu égard à la capacité de rupture des interrupteurs en cas de courts-circuits, les relais des transformateurs et

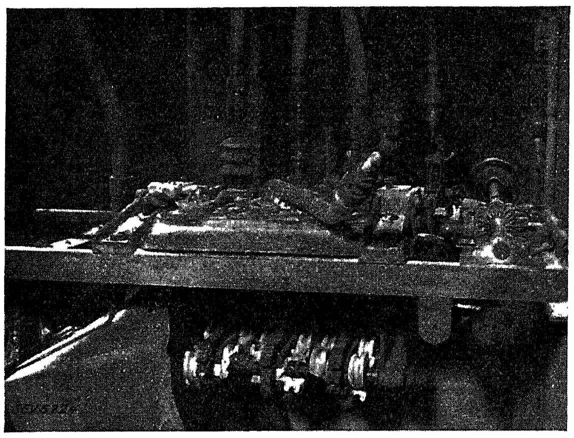


Fig. 3.
Restes de l'interrupteur explosé, dans sa cellule.

des câbles de distribution industrielle actionnent chacun l'interrupteur principal qui les précède. — Par contre, les interrupteurs des câbles urbains sont capables de supporter sans dommage un court-circuit.

Dans la matinée du 16 janvier, le personnel était en train de procéder à des essais de court-circuit à la terre aux sectionneurs de départ, en vue de contrôler le fonctionnement des relais de terre et de leur installation de signalisation à distance. Il avait achevé sans encombre l'essai des sectionneurs du système «B», et passait à celui des sectionneurs du

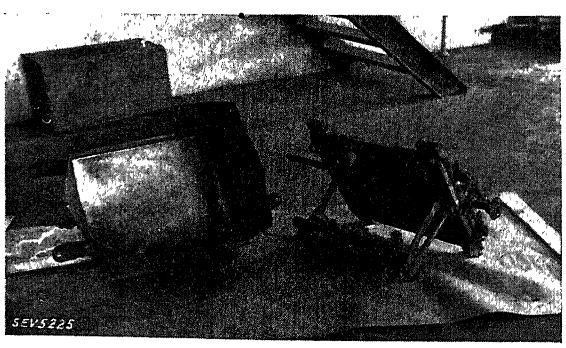


Fig. 4.
Ce qui reste de l'interrupteur, après son démontage.

système «A» au départ «Sulzer I». A ce moment, un arc s'amorça au sectionneur des barres auxiliaires (fig. 2), par suite vraisemblablement du claquage ou du contournement d'un isolateur défectueux, résultant de la surtension produite au moment de la suppression du court-circuit à la terre. Ce sectionneur fut détruit, en même temps que la cellule était endommagée. Il dut se produire, en ce même instant, un écartement des contacts de l'interrupteur bloqué «Sulzer I», par suite du courant de court-circuit élevé (15 000 à 18 000 amp.), ce qui causa un fort dégagement de gaz à l'intérieur du bac, suivi de l'explosion. — L'interrupteur en question, qui date de 1902/1904 avait ses contacts

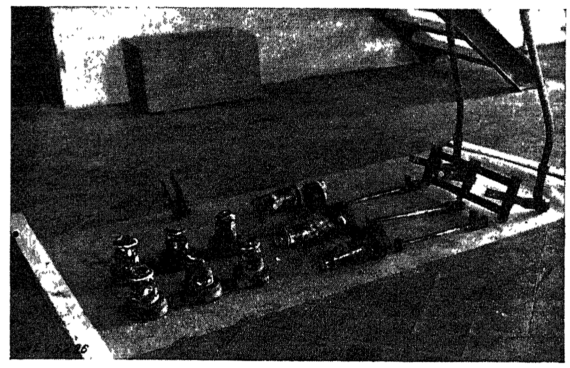


Fig. 5.
Ce qui reste du sectionneur monté au-dessus de l'interrupteur de fig. 3.

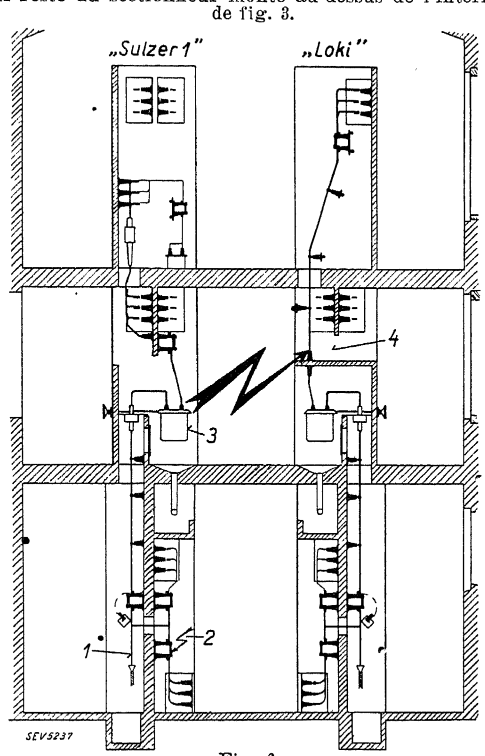


Fig. 6.
Coupe transversale du bâtiment de distribution.
1 Emplacement occupé lors des essais de court-circuit à la terre.
2 Premier amorçage d'arc.
3 Interrupteur ayant fait explosion.
4 Panneau «Loki»: courts-circuits subséquents et dégâts occasionnés.

auxiliaires complètement brûlés, alors que ses contacts principaux présentaient de profondes brûlures, constatation qui fut faite sitôt après.

Bien que la quantité d'huile qui s'enflamma ne dépassât pas 60 litres, la puissance de l'explosion renversa en les démolissant les parois de la cellule. Les fig. 3, 4 et 5 permettent de se faire une idée des dégâts survenus. — L'huile qui s'écoulait prit feu à son tour et enfuma entièrement les 3 étages

du bâtiment. — Sous l'action du feu et de la suie, des courts-circuits se produisirent enfin sur les barres traversant les panneaux opposés «Loki», accompagnés de la destruction d'isolateurs et de traversées aux cellules des interrupteurs (fig. 6).

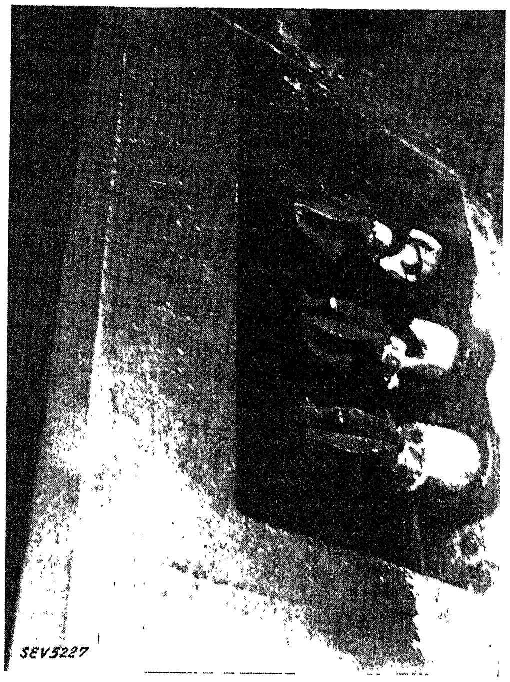


Fig. 7.
Isolateurs démolis à la suite de courts-circuits sur la barre «Sulzer».

L'exploitation put être reprise après une interruption de 20 minutes. Mais, peu de minutes après, un nouvel arc s'amorça à l'intérieur du panneau «Sulzer 6», probablement par suite d'un dépôt de suie, et démolit la cellule, tout en provoquant un nouveau court-circuit sur les barres, et la destruction de quelques isolateurs. La fig. 7 montre l'effet produit sur les barres «Sulzer», alors que la fig. 8 donne la vue du couloir complètement noirci des interrupteurs, et des cellules «Loki» démolies.

Il fut cependant possible de reprendre provisoirement l'exploitation au bout de 2 heures environ. Mais les travaux de nettoyage des isolateurs et les réparations les plus urgentes pour permettre une reprise de l'exploitation normale, nécessitèrent 4 jours. En outre, il faudra encore bien quelques temps pour nettoyer à fond et repeindre entièrement la station.

On peut tirer de cet accident les quelques conclusions suivantes, qui pourront s'appliquer avec avantage aux études de projets d'installations à tensions moyennes:

1° Les interrupteurs à bain d'huile d'une capacité de rupture insuffisante représentent pour toute installation une source de graves dangers, même s'ils ne sont pas munis d'un dispositif de déclenchement automatique.

2° Il est indiqué, dans les installations comportant des interrupteurs à bain d'huile, de bien séparer en des espaces distincts les interrupteurs et les barres; autant que possible les divers systèmes de barres seront également séparés.

3° Lorsque le nombre des interrupteurs est élevé, il y aura lieu de les répartir en groupes, chaque groupe étant isolé et muni d'un dégagement d'air direct à l'extérieur.

4° Il y a lieu de veiller à ce que l'huile enflammée ne puisse s'échapper hors de la cellule; on tâchera au contraire de la retenir à l'intérieur et d'en assurer l'écoulement très rapide. — Des projections isolées d'huile enflammée sur d'autres parties de l'installation sont relativement sans grand danger.

5° Autant que possible, chaque bac d'interrupteur à huile sera logé, suspendu, dans un espace libre; seuls le couvercle et les bornes pénétreront, à travers une plaque étanche, dans les locaux de l'installation.

6° Lorsqu'à la suite d'un incendie dû à l'inflammation de l'huile, l'installation se trouve être enfumée et pleine de dépôts de suie, il convient, avant de la remettre en service, de procéder au nettoyage soigné et à l'essai de tous les isolateurs. L'arrêt prolongé qui en résulte est compensé largement par la suppression de toute nouvelle cause d'accident.



Fig. 8.
Couloir du local des interrupteurs au premier étage, après l'explosion.

7° Il convient, pour des installations nouvelles, surtout si l'on ne dispose que d'un espace restreint, de donner la préférence à des appareils sans remplissage d'huile, ce qui supprime le danger d'explosion et d'incendie.

Die Form der Häufigkeitskurven der Spannungsänderungen im Elektrizitätswerk und bei den Energieabnehmern.

Von *W. Kummer*, Zürich.

621.3.015.2

Die Häufigkeitskurven der Spannungsänderungen im Elektrizitätswerk weisen normal eine unsymmetrische Glockenform auf; dieselbe Form ergeben auch die entsprechenden Häufigkeitskurven bei den entferntesten Gruppen von Energieabnehmern, jedoch zu jenen Kurven spiegelbildlich orientiert, mit der Axe der Häufigkeiten als Spiegel. Beide Gruppen von Häufigkeitskurven können unmittelbar als solche der Benutzung der Abnehmer-Anschlussleistungen aufgefasst werden; als solche stellen sie dann Grundlagen a posteriori für die Ermittlung des Belastungsfaktors der Anlagen dar. Die Beschaffung dieser Grundlagen a priori, mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung, mit analogen Häufigkeitskurven, erscheint damit in gesicherter Stellung.

Normalement les courbes de fréquence des variations de la tension dans les usines électriques accusent une forme de cloche asymétrique; ces courbes de fréquence accusent la même forme pour les groupes de consommateurs d'énergie les plus éloignés, mais renversée par rapport à l'axe des fréquences. Les deux groupes de courbes peuvent être considérés comme représentant la fréquence d'utilisation des puissances installées chez les consommateurs. Comme telles, elles fournissent les éléments du calcul a postériori du facteur de charge et du facteur de diversité des installations. Ainsi, l'évaluation a priori de ces facteurs, basée sur les courbes de fréquence obtenues par le calcul des probabilités, semble être justifiée.

Die mit registrierenden Voltmetern in Kraftwerken, in Unterwerken und für Gruppen von Energieabnehmern festgestellten Spannungsänderungen im praktischen Betriebe sind bisher nur selten wissenschaftlich bearbeitet worden. Für eine solche soll nun in einer gegebenen Beobachtungszeit T (beispielsweise in 24 Stunden) jede Spannungsänderung ΔU relativ zu einer als Festwert genommenen Normalspannung U (z. B. Nennspannung) dem Registrierdiagramm entnommen und in Prozenten in der Form:

$$u = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

ausgedrückt werden. Das Zahlenmaterial dieses Kollektivs wird praktisch zweckmässig eingeschränkt durch Wahl nicht allzu kleiner ΔU (z. B. solcher von 2 Volt). Jeder gleiche Einzelwert u wird dann nach Massgabe der Gesamtzeitdauer Σ (ΔT) seines Auftretens innerhalb der Zeit T zum ordnenden «Merkmal» oder «Argument» für die in Prozenten ausgedrückte, in der Form:

$$t = 100 \cdot \frac{\Sigma(\Delta T)}{T}$$

gebildete «Häufigkeit». Die kurvenmässige Darstellung der Werte t über den bezüglichen Werten u ergibt die sog. Häufigkeitskurve der Spannungsänderungen. Solche, und zwar ideal geformte, Häufigkeitskurven, gibt Fig. 1, gleichzeitig für Spannungsänderungen im Kraftwerk (Kurve K) und bei einer entferntesten Abnehmergruppe (Kurve A). In Fig. 2 sind solche Kurven zu sehen, die auf Grund realer, empirischer Beobachtungen gebildet wurden. Sowohl die Kurven K als auch die Kurven A der Fig. 1 und 2 zeigen deutlich die unsymmetrische Glockenform. In Fig. 1, in der durch Buchstaben die Kurventeile unterschieden wurden, ist besonders leicht ersichtlich, dass die Kurve K den stärker gegen die t-Axe geneigten Kurventeil (N_1 S) links vom Scheitel (S) aufweist, während die Kurve A ihn rechts vom Scheitel zeigt. Die Häufigkeitskurven K und A einer gegebenen Anlage sind also spiegelbildlich gegeneinander orientiert, wobei die t-Axe den Spiegel bildet. Die exakte Spiegelung nach Fig. 1 entspricht einem idealen Grenzfall; im Normalfall, nach Fig. 2, ist die Spiegelung nur noch dem Typus nach feststellbar. Bei Fig. 2 handelt es sich um Beobachtungen von Spannungsänderungen, die in London für ein gewisses Versorgungsgebiet in der Zeit von 24 h aufgenommen wurden, bei Vornahme der Registrierungen im Kraftwerk (Kurve K), in einem Unterwerk (Kurve U) und bei zwei entferntest liegenden Abnehmergruppen (Kurven A_1 und A_2); sie entstammen der Arbeit «Voltage variation at consumers' terminals» von $E.$

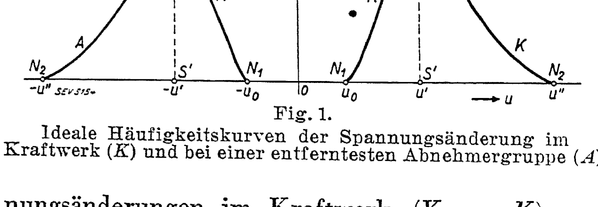


Fig. 1.
Ideale Häufigkeitskurven der Spannungsänderung im Kraftwerk (K) und bei einer entferntesten Abnehmergruppe (A).

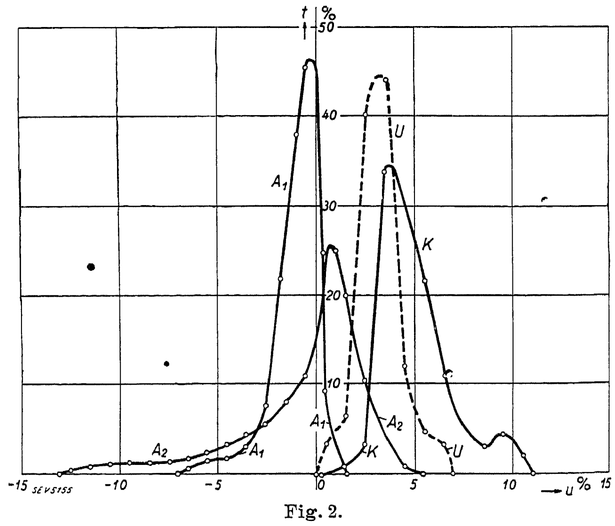


Fig. 2.
Häufigkeitskurven aus einer Teilanlage von London aufgenommen.
K im Kraftwerk.
U im Unterwerk.
A_1, A_2 bei entferntesten Abonnenten.

B. Wedmore und *W. S. Flight* in der Londoner Zeitschrift «The Journal of the Institution of Electrical Engineers», vom Juni 1935 [1]).

Bekanntlich dient die Spannungsregelung im Betriebe der Elektrizitätswerke dem Ziele, den Energieabnehmern die von ihnen bezogene Energie bei einer möglichst konstanten Spannung zu verschaffen. Nach Massgabe einer Leitungsimpedanz z und einer Intensität I von Uebertragungsströmen treten aber Spannungsgefälle $(z \cdot I)$ in der Uebertragungsanlage auf, die durch Hinaufregeln der Kraftwerksspannung um Beträge ΔU_r etwa ganz, meistens aber nur teilweise ausgeglichen werden. Die den Werten u der Kurven K und A der Fig. 1 zugrunde liegenden Differenzen ΔU sind dann folgendermassen bestimmt:

Kurve K: $\Delta U = \Delta U_r$

Kurve A: $\Delta U = \Delta U_r - \Delta (z \cdot I)$.

Für die Annahme genügender Unabhängigkeit der Spannungsregelung im Kraftwerk K von der Spannungsregelung allfällig parallel geschalteter Kraftwerke misst dann ΔU_r geradezu die Belastungen des betrachteten Kraftwerks, jedoch ohne strenge Proportionalität. Analog misst in einem entferntesten Abnehmergebiet die daselbst festgestellte Grösse ΔU die Belastung dieses Gebiets bei der weitern Annahme einer genügenden Unabhängigkeit der Spannungsänderung dieses Gebiets von jener der Nachbargebiete. In gut dimensionierten und hinsichtlich der Spannung gut geregelten Anlagen dürften solche Annahmen als normal zulässig gelten. Dann zeigen die Nullstellen N_1 und N_2 der Kurven in Fig. 1 extreme Belastungszustände an, nämlich N_1 den relativen Leerlauf und N_2 die relative Maximalbelastung im betrachteten Gebiet. Anderseits weisen die Kurvenscheitel S auf das Auftreten derjenigen Belastungen hin, denen die grösste Häufigkeit des Auftretens eignet; es sind dies genau oder angenähert, je nach der kleineren oder grösseren Unsymmetrie der Kurven, die Durchschnittsleistungen der Anlagen. Der allgemeine Verlauf der Kurven K und A der Fig. 1 lässt folgende Feststellungen zu: Von der Nullstelle N_1, bzw. von einem Leerlauf ausgehend, wird über den kürzeren Abszissenabschnitt $N_1 S'$ rasch der Kurvenscheitel S erreicht; das kürzere Stück $N_1 S$ der Kurve ist daher relativ stark gegen die t-Axe geneigt. Ueber dem längeren Abszissenstück $S' N_2$ senkt sich dann der Kurventeil $S N_2$ mit ausgesprochen geringerer Neigung gegen die t-Axe, bzw. gegen die Stelle N_2, die die Maximalleistung anzeigt. Die Unsymmetrie der Kurven findet also ihre Begründung in der Tatsache, dass die häufig auftretende durchschnittliche Leistung dem Zustand des Leerlaufs näher liegt als demjenigen der Maximalleistung.

[1]) Ueber diese, übrigens, gemäss dem Titel, vorwiegend die Verhältnisse der Spannungsänderung bei den Abnehmern behandelnde Arbeit siehe auch Bull. SEV 1935, S. 725. Unsere Fig. 2 entspricht der Fig. 12 der englischen Arbeit.

Die Belastungsverhältnisse im Kraftwerk, bzw. bei einer Abnehmergruppe lassen sich aber auch als Summationen von Abnehmer-Anschlussleistungen darstellen. Man denke sich nämlich für eine genügend grosse Abnehmerzahl den Mittelwert ihrer Anschlussleistungen festgestellt und mit P_a bezeichnet. Unter den vorhin bezüglich der Unabhängigkeit von ΔU in bezug auf Nachbargebiete gemachten Annahmen stellen wir dann, mit den Abszissen u_0, u', u'' und mit der Proportionalitätskonstanten C, die Näherungswerte P für die Durchschnittsleistung und P_{max} für die Maximalleistung im Kraftwerk, bzw. für eine Abnehmergruppe dar, gemäss:

$$P = \sim C \cdot P_a \cdot (u' - u_0)\,; \quad P_{max} = \sim C \cdot P_a \cdot (u'' - u_0).$$

Dann gilt für den *Belastungsfaktor* b des Gebiets:

$$b = \frac{P}{P_{max}} = \frac{u' - u_0}{u'' - u_0}.$$

Für die weitere Annahme, allen Abnehmern eigne je die selbe Abnehmer-Benützungsdauer T_a und die selbe mögliche Verbrauchszeit H, wobei: $T_a < H \leqq T$, kann die sog. Werk-Benützungsdauer T_w T_w durch

$$T_w = b \cdot H$$

ausgedrückt werden. Zufolge des sog. Belastungsausgleichs ist bekanntlich stets:

$$T_w > T_a.$$

Auch der sog. *Verschiedenheitsfaktor* der Energielieferung, den wir in der 1901 durch A. Wright gegebenen Form darstellen und mit v bezeichnen, folgt nun gemäss der Formel:

$$v = \frac{T_a}{T_w} = \frac{T_a}{b \cdot H}.$$

Die Grössen b und v lassen sich, vorbehältlich der Zulässigkeit der bei ihrer Einführung gemachten Annahmen auch aus den realen Häufigkeitskurven K und A, nach Fig. 2, errechnen; wenn auch in konkreten Fällen hinsichtlich der Zulässigkeit der Annahmen Zweifel berechtigt sind, so können doch, an Hand der berechneten Werte b und v, praktisch wertvolle Einsichten gewonnen werden.

Aus Wattmeter-Registrierdiagrammen kann man natürlich die Werte b und v direkt und streng ermitteln; bemerkenswert ist jedoch, dass, wie hier gezeigt, diese Werte auch etwa aus Häufigkeitskurven der Spannungsänderungen gefunden werden können.

Nun lassen sich ausserdem, und zwar mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Häufigkeitskurven der Abnehmer-Anschlussleistungen auch a priori bilden, wie wir dies übrigens schon vor zehn Jahren vorgenommen haben [2]). Die nahen Beziehungen dieser a priori bestimmten Häufigkeitskurven zu den soeben betrachteten, die a posteriori ge-

[2]) Vergleiche Bull. SEV 1926, Seite 289 (Juli 1926) und Seite 451 (September 1926).

wonnen wurden, rechtfertigen eine kurze Rekapitulation der Bestimmungsweise a priori. Dabei geht man von einer Zahl Z von «gleichartigen», d. h. je dieselben Kennwerte P_a, T_a, H aufweisenden, Abnehmern aus und deutet die relative Benützungsdauer:

$$t_a = \frac{T_a}{H}$$

als Mass der Wahrscheinlichkeit dafür, dass einer der Z gleichartigen Abnehmer gerade an die elektrische Anlage angeschlossen ist; dass ein solcher Anschluss nicht bestehe, beurteilt die Grösse $(1 - t_a)$. Der Gleichzeitigkeit von x Abnehmer-Anschlüssen entspricht eine, ebenfalls im relativen Zeitmass erscheinende Wahrscheinlichkeit w_x, die nach der «Binomialformel» (nach J. Bernoulli):

$$w_x = \binom{Z}{x} \cdot t_a^x \cdot (1 - t_a)^{Z-x}$$

berechnet werden kann. Sie liefert über dem Merkmal x die Häufigkeitskurve nach Fig. 3. Diese Kurve zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die Kurve K der Fig. 1, jedoch mit anderer Lage des Koordinaten-Nullpunkts und mit ins ∞ fallender Nullstelle N_2. Wiederum weisen aber gewisse Abszissenwerte der Kurve nach Fig. 3, ebenso wie jene der

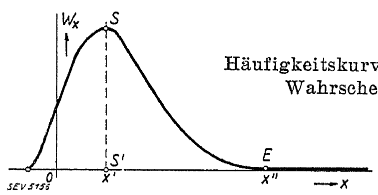


Fig. 3.
Häufigkeitskurve nach der Formel der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Kurven K und A der Fig. 1 und 2 auf charakteristische Belastungszustände der elektrischen Anlage hin. Da übrigens die Abszissen x der Kurve nach Fig. 3 ohnehin Abnehmerzahlen bedeuten, die Abnehmer aber durch identische Anschlussleistungen P_a gekennzeichnet sind, entspricht also der Abszisse x genau die Leistung $(P_a \cdot x)$. Der Kurvenscheitel mit der Abszisse x' entspricht mit der maximalen Häufigkeit deshalb der Durchschnittsleistung P der Anlage, wobei gemäss der Kurvengleichung x' analytisch festliegt mit dem Werte:

$$x' = Z \cdot t_a$$

Für grössere Werte Z dient x', wofür wir nunmehr y setzen, als Parameterwert für eine einfachere, von S. D. Poisson gegebene Form der Gleichung für w_x:

$$w_x = e^{-y} \cdot \frac{y^x}{x!}$$

wobei e den Wert 2,718... besitzt. Für diese wie für jene Form der Gleichung gilt Fig. 3; weil darnach die Nullstelle N_2 ins ∞ fällt, muss für sie eine Ersatzstelle E im Endlichen gefunden werden, um die Maximalbelastung darstellen zu können. Wir haben denjenigen Kurvenpunkt E der Fig. 3 mit einer Abszisse x'' als richtig erkannt, für den die Ordinate w_x'' gerade gleich einer kleinen Zeit τ wird, die nach der Erfahrung in elektrischen Anlagen gerade zum Anstieg der Leistung auf ein Maximum ausreicht und für die wir den Ansatz:

$$\tau = 6{,}3 \text{ s} = 0{,}73 \cdot 10^{-4} \text{ Tage} = 0{,}20 \cdot 10^{-6} \text{ Jahre},$$

je nach der Rechnungszeit T, als richtig erachten. Dann folgt, je nach der Wahl der Abnehmerzahl Z, bzw. je nach der Wahl der allgemeinen Mittelwertsgrösse y, a priori berechnet, der Belastungsfaktor b zu:

$$b = \frac{P}{P_{max}} = \frac{x' \cdot P_a}{x'' \cdot P_a} = \frac{x'}{x''} = \frac{y}{x''}.$$

Indem wir für verschiedene, beliebig gewählte

$$y = Z \cdot t_a = x'$$

die Kurvenwerte w_x bestimmen, aus den Kurven oder den entsprechenden Zahlenreihen x' gemäss dem Maximum von w_x und x'' gemäss dem Ordinatenwerte von der Grösse τ entnehmen, können wir, wie in Fig. 4 ersichtlich, den Faktor b im Tag und im Jahr über der Grösse y allgemein gültig darstellen [3]). Je nach Wahl von Z und H ist dann durch:

$$T_w = b \cdot H$$

auch die jeweiligen Werk-Benützungsdauern T_w und ist weiter auch der jeweilige Verschiedenheitsfaktor v gemäss:

$$v = \frac{T_a}{T_w} = \frac{T_a}{b \cdot H}$$

a priori darstellbar. Es bietet sich dann die Möglichkeit, den so gewonnenen Verschiedenheitsfaktor unmittelbar zur Bemessung des Preises für die elektrische Arbeit zu verwenden [4]), sowie gar die Tariffrage umfassend zu beurteilen, was wir 1929 zum Gegenstand einer besondern Abhandlung «Die wissenschaftlichen Grundlagen der Preisbildung für die elektrische Arbeit» [5]) gemacht haben.

Gestützt auf die gefundenen Beziehungen sind wir nun in der Lage, das durch Fig. 2 gebotene empirische Material zu behandeln. Wir machen die Annahme, für das Gebiet des betreffenden Kraftwerks und in den Abnehmergruppen mit den Kurven A_1 und A_2 hätten alle Abnehmer unter sich je in jedem Gebiet gleiche Anschlussleistungen, die indessen von Gebiet zu Gebiet auch verschieden sein können. Weiter nehmen wir an, die Spannungsverhältnisse in jedem Gebiet seien durch die Betriebsverhältnisse in Nebengebieten nicht gestört.

[3]) In der erwähnten Arbeit im Bull. SEV von 1926 verwendeten wir statt des Belastungsfaktors b seinen Reziprokwert K, das sog. «Schwankungsverhältnis der Leistung»; die bezügliche Kurve, Fig. 1 auf S. 292, ist der vorliegenden untern Kurve b in Fig. 4 genau entsprechend reziprok ermittelt.

[4]) Wir verweisen auf unsern Aufsatz im Bull. SEV 1929, Seite 113 (April 1929).

[5]) Erschienen 1929 in Braunschweig, als Heft 100 der Sammlung Vieweg: «Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik».

Dann finden wir aus den Kurven K sowie A_1 und A_2 folgende Werte des Belastungsfaktors im Tag:

$$\text{Kurve } K: \quad b = \frac{3{,}8 - 0{,}2}{11{,}0 - 0{,}2} = 0{,}333$$

$$\text{Kurve } A_1: \quad b = \frac{0{,}2 + 1{,}5}{7{,}0 + 1{,}5} = 0{,}200$$

$$\text{Kurve } A_2: \quad b = \frac{-0{,}8 + 5{,}5}{13{,}0 + 5{,}5} = 0{,}254$$

Für diese Werte b entnehmen wir nun der Fig. 4 die entsprechenden Mittelwertsgrössen y und finden

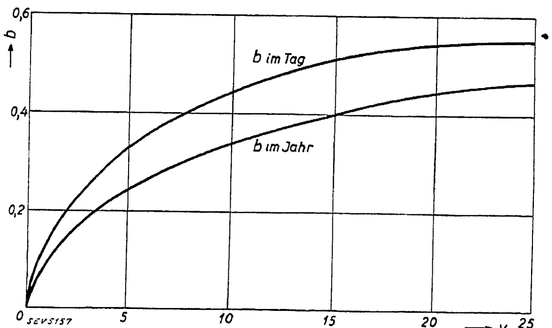


Fig. 4.
Belastungsfaktor über der Mittelwertsgrösse y.

der Reihe nach: $y = 5{,}0$; $= 1{,}9$; $= 3{,}0$. Für die weitere Annahme, allen Energieabnehmern eigne die gleiche relative Anschlussdauer: $t_a = \frac{T_a}{H}$, lassen sich dann wegen: $y = t_a \cdot Z$ folgende Relativwerte von Abnehmerzahlen bilden:

Kurve K:	$Z = 5000$ Abnehmer
Kurve A_1:	$Z = 1900$ Abnehmer
Kurve A_2:	$Z = 3000$ Abnehmer

Auch die Verschiedenheitsfaktoren v können als Relativwerte angegeben werden, nämlich 0,30 für die Kurve K, sowie 0,50 und 0,39 für die Kurven A_1 und A_2. Da aber, wie schon gesagt, in jedem Gebiete andere Werte der Abnehmer-Anschlussleistung nicht ausgeschlossen sind, ist auch nicht einmal relativ etwas über die Leistungen P und P_{max} der Gebiete angebbar.

Eine besondere Betrachtung haben wir noch der Kurve U der Fig. 2 zu widmen. Da die Bezugsstelle dieser Kurve, ein Unterwerk, sich zwischen extremen Bezugspunkten, d. h. zwischen dem Kraftwerk und den entferntesten Abnehmergruppen befindet, deren Häufigkeitskurven spiegelbildlich unsymmetrisch sind, so ist es naheliegend, dass es zwischen den extremen Bezugspunkten einen Zwischenpunkt mit mehr oder weniger genau symmetrischer Häufigkeitskurve geben muss. Diese kann dann allerdings nicht mehr als Index von Belastungszuständen dienen, weil an der genannten Stelle ein Ausgleich von Spannungsgefällen $(z \cdot I)$ durch Regelungen ΔU_r derart stetig vor sich geht, dass sich in der Beobachtungszeit T die Beträge $(z \cdot I)$ und ΔU_r statistisch ausgleichen, wobei die resultierende Häufigkeitskurve zur «Fehlerkurve» dieses Ausgleichs wird und als solche symmetrisch ist. Ein solcher Zwischenpunkt kann zufällig sehr wohl in einem Unterwerk ohne Spannungsregulierung anzutreffen sein.

Die Auswertung von Spannungs-Registrierdiagrammen zu Häufigkeitskurven liefert Arbeitsmaterial für die sog. Grosszahlforschung, die auf dem Gebiete des Elektrizitätswerkbetriebes noch mancher wertvoller Anwendung fähig ist. Durch die oben erwähnte englische Arbeit wurden mit den Häufigkeitskurven der Spannungsänderung bemerkenswerte Feststellungen bezüglich der Wirkung von Spannungsänderungen auf die Verbrauchsapparate gemacht. In der vorliegenden Arbeit unternahmen wir den Versuch, diese Häufigkeitskurven unter dem Gesichtspunkt des Belastungsausgleichs in elektrischen Anlagen nutzbar zu machen. Wir möchten unsere Betrachtung abschliessen mit dem Hinweis darauf, dass den Problemen der Grosszahlforschung seitens der Elektropraxis überhaupt vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Les différentes possibilités de réaliser les essais en charge des transformateurs.

Par *P. Waldvogel*, Aix-les-Bains.

621.314.21.0014

Après nous avoir fait remarquer les avantages de la méthode de récupération pour les essais en charge des transformateurs, l'auteur applique la théorie classique du transformateur et de la machine synchrone au circuit constitué par les deux transformateurs et l'alternateur, il en déduit ce qui se passe lors de ces essais. Vu la complexité des phénomènes dans le cas général, l'auteur établit un diagramme qui permet de résoudre toutes les questions qui peuvent se présenter pratiquement.

Nach einem Hinweis auf die Vorteile der Rückarbeitungsmethode bei Belastungsversuchen an Transformatoren wird die klassische Theorie des Transformators und der Synchronmaschine auf den Stromkreis der beiden Transformatoren und des Synchrongenerators angewendet, woraus sich die für den Versuch wichtigen Beziehungen ergeben. Im allgemeinen Fall sind die Verhältnisse sehr kompliziert; der Autor leitet daher ein Diagramm ab, aus dem die Lösung aller praktischen Fragen abgelesen werden kann.

Le fait que, parmi toutes les machines électriques, le transformateur est sans aucun doute celle qui se prête le mieux au calcul, oblige le constructeur à mettre un soin minutieux dans l'exécution des essais destinés à contrôler l'exactitude de ses prévisions. En particulier, la réalisation des essais d'échauffement n'est pas sans présenter certaines difficultés, à cause même de la précision qu'on leur demande.

La première question qui se pose à ce sujet est celle de réaliser, effectivement ou par un artifice,

la vraie charge du transformateur. Tel est le problème que nous nous proposons d'étudier ici.

La solution la plus simple à envisager consiste à faire simplement débiter au transformateur sa charge sur un certain récepteur (résistance, réactance ou machine synchrone). Cette solution, qui présente peu d'intérêt au point de vue théorique, est d'ailleurs pratiquement fort peu utilisée, car il est rare d'avoir à sa disposition l'impédance de charge désirée.

On trouve également dans la littérature différents montages spéciaux qui permettent à la fois de développer dans le fer les pertes normales et de faire circuler dans les enroulements le courant normal; mais tous ces montages présentent l'inconvénient d'engendrer des champs de fuites anormaux qui font naître des pertes parasites importantes dans la cuve du transformateur. On peut aussi, il est vrai, avoir recours au courant continu pour charger les enroulements. Mais la méthode qui donne de loin les meilleurs résultats et qui est la plus facile à mettre en œuvre est certainement celle de *récupération*. Elle présente malheureusement l'inconvénient d'exiger la disponibilité de deux transformateurs semblables.

Ce sont plus spécialement les phénomènes qui se passent lors d'un essai de ce genre, que nous nous proposons d'examiner de plus près.

Conformément à la figure 1, nous supposons donc que les enroulements primaires de deux transformateurs monophasés semblables soient alimentés par une tension fixe que nous supposons être celle d'un réseau. Les deux secondaires sont couplés en parallèle par l'intermédiaire d'une machine synchrone dont la tension aux bornes est u. Un montage tout à fait analogue peut naturellement se concevoir en triphasé.

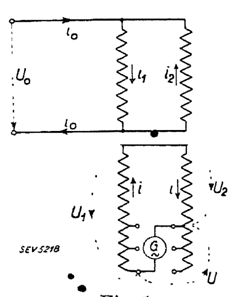


Fig. 1.

Dans le cas le plus général, les deux appareils ne seront pas rigoureusement identiques, c'est-à-dire qu'ils ne seront pas couplés sur les mêmes prises, si les enroulements sont prévus avec des prises d'ajustage.

Soient respectivement K_1 et K_2 les rapports des nombres de spires (primaires sur secondaires) des deux appareils, λ leur réactance de fuite rapportée au primaire, ωl leur réactance totale primaire et $\omega l'$ la réactance synchrone de la machine.

En se reportant à la fig. 1 et en se rappelant la théorie classique du transformateur, on peut immédiatement écrire les relations suivantes [1]).

$$\mathfrak{U}_0 = j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\mathfrak{J}_1 + j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\frac{\mathfrak{J}}{K_1} + K_1\cdot\mathfrak{U}_1 \quad (1)$$

[1]) Les lettres gothiques représentent toujours des grandeurs complexes ou des vecteurs. j est le symbole des imaginaires.

$$\mathfrak{U}_0 = -j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\mathfrak{J}_2 - j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\frac{\mathfrak{J}}{K_2} + K_2\cdot\mathfrak{U}_2 \quad (2)$$

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{U}_2 - \mathfrak{U}_1 \quad (3)$$

$$\mathfrak{U}_0 - j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\mathfrak{J}_1 = j\omega l\cdot\left(\mathfrak{J}_1 - \frac{\mathfrak{J}}{K_1}\right) \quad (4)$$

$$\mathfrak{U}_0 + j\cdot\frac{\omega\lambda}{2}\cdot\mathfrak{J}_2 = j\omega l\cdot\left(\frac{\mathfrak{J}}{K_2} - \mathfrak{J}_2\right) \text{ [2])} \quad (5)$$

En outre, on sait que dans une machine synchrone, la tension aux bornes $\mathfrak{U}$ est égale à la force électro-motrice $\mathfrak{E}$ diminuée de la chute dans la réactance synchrone.

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{E} - j\omega l'\mathfrak{J} \quad (6)$$

L'intensité du vecteur $\mathfrak{E}$ dépend de l'excitation de la machine, et l'angle ϑ qu'il forme avec $\mathfrak{U}$ représente l'écart angulaire entre la roue polaire et le champ.

De ces 6 équations, on tire en particulier:

$$\mathfrak{J} = j\,\alpha\cdot\frac{\mathfrak{U}_0}{X} - j\cdot\frac{\mathfrak{E}}{X} \quad (7)$$

$$2\mathfrak{J}_0 = \mathfrak{J}_1 - \mathfrak{J}_2 = -j\cdot\frac{4\,\mathfrak{U}_0}{\omega\,(2l+\lambda)} - \alpha\cdot\mathfrak{J} \quad (8)$$

en posant:

$$X = \omega l' + \omega\lambda\cdot\frac{4\,l+\lambda}{2\,l+\lambda}\cdot\left(\frac{1}{2K_1^2} + \frac{1}{2K_2^2}\right) \quad (9)$$

$$\alpha = \frac{2\,l}{2\,l+\lambda}\cdot\left(\frac{1}{K_2} - \frac{1}{K_1}\right) \quad (10)$$

Ces deux dernières expressions peuvent d'ailleurs se simplifier, si l'on remarque que λ est petit vis-à-vis de l.

$$X = \omega l' + \omega\lambda\cdot\left(\frac{1}{K_1^2} + \frac{1}{K_2^2}\right) \quad (9')$$

$$\alpha = \frac{1}{K_2} - \frac{1}{K_1} \quad (10')$$

Nous avons maintenant tous les éléments pour étudier dans chaque cas ce qui se passe.

1er cas: Les deux transformateurs sont sur des prises différentes, et il n'y a pas de machine insérée dans le circuit secondaire.

$$K_1 = K_2 \qquad E = 0 \qquad l' = 0$$

On voit d'après l'équation (7) que le courant I qui circule dans les enroulements, est alors simplement proportionnel à la tension d'alimentation U_0.

Ce cas de fonctionnement étant parfaitement connu, nous ne nous y attarderons pas davantage.

[2]) Ces relations ont été établies sans tenir compte des pertes, simplification que l'on peut tolérer pour une étude qualitative. D'ailleurs on pourrait, si on le désirait, affecter λ et l d'un argument $e^{-j\psi}$ correspondant respectivement aux pertes cuivre et aux pertes fer.

2e cas: Les deux transformateurs sont sur la même prise.

$$K_1 = K_2 = K$$

Pour fixer les idées, nous supposerons que la tension U_0 est fournie par un réseau, tandis que la tension U est fournie par un alternateur qui serait entraîné par ex. par un moteur à courant continu. On trouve alors:

$$X = \omega l' + \omega \lambda \cdot \frac{4\,l + \lambda}{2\,l + \lambda} \cdot \frac{1}{K^2} \cong \omega l' + \frac{2\,\omega\,\lambda}{K^2}$$

$$\alpha = 0$$

$$\mathfrak{J} = -j \cdot \frac{\mathfrak{E}}{X}$$

$$2\,\mathfrak{J}_0 = -j \cdot \frac{4\,\mathfrak{U}_0}{\omega\,(2\,l + \lambda)} \cong -j \cdot \frac{4\,\mathfrak{U}_0}{2\,\omega\,l}$$

On constate donc que le courant I_0 fourni par le réseau ne dépend que de la tension U_0 de ce dernier, et que le courant I débité par l'alternateur ne dépend que de l'excitation E de celui-ci.

On peut donc dire en toute rigueur que le réseau fournit l'énergie réactive nécessaire pour magnétiser les deux circuits des deux transformateurs ainsi que les pertes qui y sont engendrées, et que l'alternateur fournit l'énergie réactive correspondant au champ de fuites ainsi que les pertes dans le cuivre.

Cette propriété s'explique aisément par le fait que, lorsque l'alternateur n'est pas excité ($E = 0$), les deux transformateurs sont à vide ($I = 0$) et qu'au contraire, lorsque la tension du réseau n'est pas appliquée ($I_0 = 0$), les deux transformateurs se trouvent en court-circuit ($U_0 = 0$).

Une question intéressante à soulever est celle de la synchronisation de l'alternateur sur le réseau. Y a-t-il réellement un couple synchronisant, ou bien l'alternateur est-il libre de tourner à une fréquence différente de celle du réseau?

Il est aisé de se rendre compte que c'est cette seconde alternative qui se produit, car le réseau n'impose nullement sa tension (et partant sa fréquence) aux bornes de l'alternateur. C'est ce que traduit mathématiquement le fait que I ne dépend que de E et nullement de U_0.

L'expérience confirme d'ailleurs pleinement ces conclusions et l'on peut tout au plus maintenir la fréquence de l'alternateur voisine de celle du réseau.

Pour se représenter d'une façon simple comment varient les différentes grandeurs électriques qui nous occupent, on peut admettre que la pulsation de la force électromotrice $\mathfrak{E}$ est bien la même que celle du réseau, mais que la phase de cette dernière varie lentement avec le temps et d'une façon continue.

On conçoit aisément alors que la phase du courant $\mathfrak{J}$ puisse varier de 180°, c'est-à-dire que ce dernier puisse circuler dans un sens ou dans l'autre. En d'autres termes, chacun des deux transformateurs fonctionne la moitié du temps en élévateur et la moitié du temps en abaisseur.

Il s'ensuit qu'en moyenne les pertes sont rigoureusement les mêmes pour les deux appareils.

C'est précisement un des avantages de cette méthode, que celui de permettre de faire l'essai d'échauffement simultanément sur deux appareils identiques.

3e cas: Les deux transformateurs sont sur des prises différentes:

$$K_1 = \frac{K}{1 + \xi} \qquad K_2 = \frac{K}{1 - \xi}$$

et l'alternateur débite sur les enroulements secondaires. On trouve alors:

$$X = \omega l' + \omega \lambda \cdot \frac{4\,l + \lambda}{2\,l + \lambda} \cdot \frac{1}{2\,K^2} \cdot [(1 + \xi)^2 + (1 - \xi)^2] \cong \omega l' + \frac{2\,\omega\,\lambda}{K^2} \cdot (1 + \xi^2)$$

$$\alpha = -\frac{2\,l}{2\,l + \lambda} \cdot \frac{1}{K} \cdot 2\,\xi \cong -\frac{2}{K} \cdot \xi$$

Par conséquent I tout comme I_0 dépend dans ce cas aussi bien de la tension du réseau (U_0) que de l'excitation de l'alternateur (E). On peut écrire:

$$\mathfrak{J} = \frac{-\alpha\,\mathfrak{U}_0 + \mathfrak{E}}{j \cdot X}$$

Or, on remarque que $-\alpha\mathfrak{U}_0 = 2\xi \cdot \frac{\mathfrak{U}_0}{K}$ n'est pas autre chose, que la différence des tensions secondaires à vide ou, si l'on veut, la f. é. m. produite dans le circuit secondaire par le réseau.

Par conséquent, les f. é. m. secondaires produites par le réseau et par l'alternateur sont exactement compensées par le passage du courant I dans la réactance X: celle-ci est elle-même constituée par la réactance synchrone de la machine et par les réactances de fuite des deux transformateurs. Quant au courant $2\mathfrak{J}_0$, il peut s'écrire:

$$2\,\mathfrak{J}_0 = \frac{2\,\mathfrak{U}_0}{j\,\omega\left(l + \frac{\lambda}{2}\right)} + 2\,\xi \cdot \frac{\mathfrak{J}}{K}$$

Il se compose donc premièrement des deux courants à vide des deux appareils, et en outre de la différence des deux courants de charge primaires. Un cas particulier qui n'est pas sans intérêt est celui ou les deux enroulements primaires ne sont pas fermés sur un réseau puissant: on a alors $I_0 = 0$, c'est-à-dire:

$$\frac{\mathfrak{U}_0}{j\,\omega\left(l + \frac{\lambda}{2}\right)} \cdot K = -\xi \cdot \mathfrak{J}$$

En d'autres termes: le courant magnétisant du côté secondaire est égal à $\xi \cdot I$. Par conséquent on peut, tout en faisant circuler dans les enroulements se-

condaires simplement le courant normal, obtenir néanmoins une tension très élevée, pour peu que l'écart des prises (c'est-à-dire le nombre ξ) soit important.

Dans le cas général, il est intéressant de se rendre compte de quelle façon peut se produire l'«accrochage» de l'alternateur sur le réseau. L'équation

$$\mathfrak{J} = \frac{-\alpha\,\mathfrak{U}_0 + \mathfrak{E}}{j\,X} \quad \text{ou} \quad \alpha\,\mathfrak{U}_0 = \mathfrak{E} - j\cdot X\cdot\mathfrak{J}$$

peut facilement s'interpréter en assimilant le système que nous étudions à une simple machine synchrone qui serait branchée sur un réseau dont la tension serait fixe et égale à $\alpha\cdot U_0$; la f. é. m. induite dans cette machine par le courant continu serait E et sa réactance synchrone serait X. Le fonctionnement de cette dernière machine, étant absolument classique, nous pouvons aussitôt poser les conclusions suivantes:

Si le couple fourni à la machine synchrone est nul, c'est-à-dire si elle tourne comme moteur synchrone à vide, on peut amener le courant I à s'annuler pratiquement, en augmentant l'excitation jusqu'à une valeur convenable. En augmentant l'excitation au-delà de cette valeur, le courant I, au contraire, augmente et l'on peut, théoriquement tout au moins, l'amener à telle valeur qu'on désire: en particulier, on peut monter au-dessus de la valeur $\frac{\alpha\,U_0}{X}$ qui serait celle du courant de circulation si l'on supprimait la machine synchrone.

On peut se représenter ce régime de fonctionnement d'une façon extrêmement simple en remplaçant, mentalement, la machine par une réactance; si l'excitation est faible, cette réactance est une self

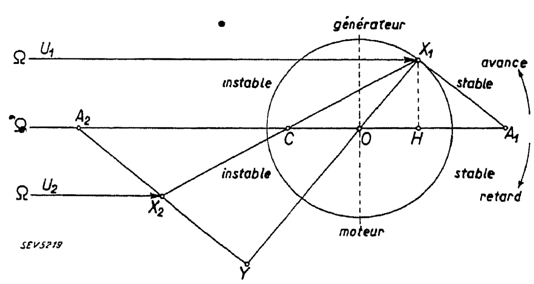


Fig. 2.

d'autant plus grande que l'excitation est plus forte. Pour les valeurs plus fortes de l'excitation, cette réactance devient une capacitance d'autant plus grande que l'excitation est plus forte.

Si la machine synchrone est entraînée par un moteur sur le couple duquel on a la possibilité d'agir par un moyen quelconque, on doit veiller au danger de «décrochage» de l'alternateur. Pour une valeur donnée de l'excitation, le courant I est toujours d'autant plus grand que la puissance active débitée par notre alternateur est plus grande: mais le régime est d'autant plus instable précisément (ou le couple synchronisant d'autant plus faible) que cette puissance active est plus voisine de sa valeur maxima. Il va sans dire que, dans un tel fonctionnement, la puissance débitée par l'alternateur doit, en majeure partie, être restituée au réseau sous la tension U_0.

La plus grande complexité des phénomènes qui se passent dans ce cas se laisse mieux comprendre au moyen d'un diagramme vectoriel (voir fig. 2). Les équations de base qui nous serviront à l'établissement du diagramme sont les suivantes, en supposant:

$$I_1 = \frac{I}{K_1} \quad \text{et} \quad \frac{I}{K_2} = I_2$$

et en utilisant les désignations (11):

$$\mathfrak{U}_1 = \frac{1+\xi}{K}\cdot\mathfrak{U}_0 - j\omega\lambda\cdot\left(\frac{1+\xi}{K}\right)^2\cdot\mathfrak{J} \qquad (14)$$

$$\mathfrak{U}_2 = \frac{1-\xi}{K}\cdot\mathfrak{U}_0 + j\omega\lambda\cdot\left(\frac{1-\xi}{K}\right)^2\cdot\mathfrak{J} \qquad (15)$$

$$\mathfrak{U}_2 - \mathfrak{U}_1 = \mathfrak{E} - j\omega l'\mathfrak{J} \qquad (16)$$

Ces équations découlent directement des 8 premières équations.

D'autre part les termes en $\omega\lambda\,\frac{\xi}{K^2}\cdot I$ peuvent être négligés devant $\frac{\xi\,U_0}{K}$ et $\frac{\omega\,\lambda}{K^2}\cdot I$; il en résulte les simplifications suivantes:

$$\mathfrak{U}_1 = \frac{1+\xi}{K}\cdot\mathfrak{U}_0 - j\cdot\frac{\omega\,\lambda}{K^2}\cdot\mathfrak{J} \qquad (14')$$

$$\mathfrak{U}_2 = \frac{1-\xi}{K}\cdot\mathfrak{U}_0 + j\cdot\frac{\omega\,\lambda}{K^2}\cdot\mathfrak{J} \qquad (15')$$

$$\mathfrak{U}_2 - \mathfrak{U}_1 = \mathfrak{E} - j\omega l'\cdot\mathfrak{J} \qquad (16')$$

Dans notre diagramme, les vecteurs $\overrightarrow{\Omega C}$, $\overrightarrow{\Omega A_1}$ et $\overrightarrow{\Omega A_2}$ représentent respectivement $\frac{\mathfrak{U}_0}{K}$, $\frac{1+\xi}{K}\times\mathfrak{U}_0$ et $\frac{1-\xi}{K}\times\mathfrak{U}_0$; les vecteurs $\overrightarrow{A_1X_1}$ et $\overrightarrow{A_2X_2}$ représentent $-j\cdot\frac{\omega\,\lambda}{K^2}\cdot\mathfrak{J}$ et $+j\cdot\frac{\omega\,\lambda}{K^2}\cdot\mathfrak{J}$.

Dans ces conditions, en vertu des équations (14') et (15'), les tensions U_1 et U_2 se trouvent en $\overrightarrow{\Omega X_1}$ et $\overrightarrow{\Omega X_2}$.

Pour représenter l'équation (16') il suffit de tracer $\overrightarrow{X_2 Y} = +j\omega l'\cdot\mathfrak{J}$ dans le prolongement de $\overrightarrow{A_2X_2}$. On a alors la tension $\mathfrak{E}$ en $\overrightarrow{X_1Y}$.

Nous considérerons comme des constantes les grandeurs suivantes: U_0, ξ, K, λ et l' et nous étudierons comment varie le courant I avec le vecteur f. é. m. E.

Il est facile tout d'abord de se rendre compte que le point 0 est fixe, car il partage le segment A_1A_2 dans un rapport constant:

$$\frac{OA_1}{OA_2} = \frac{A_1\,X_1}{A_2\,Y} = \frac{\lambda}{\lambda + l'K^2}$$

D'autre part, on peut remarquer que:

$$\frac{OX_1}{X_1Y} = \frac{A_1\,X_1}{A_1X_1 + A_2Y} \qquad \text{D'où: } OX_1 = E \cdot \frac{\lambda}{\lambda + l'K^2}$$

Si nous supposons que l'excitation de notre machine reste constante nous devons considérer dans notre diagramme E comme une constante. Le paramètre se trouve alors être la puissance fournie (ou prise) à la machine synchrone, c'est-à-dire dans notre diagramme la phase du vecteur $\mathfrak{E}$.

Il résulte immédiatement des considérations précédentes que le point X se déplace sur un cercle de centre 0 et de rayon $E \cdot \dfrac{\lambda}{\lambda + l'K^2}$.

Notre diagramme permet alors très simplement de suivre la variation des différentes grandeurs qui nous intéressent. Ainsi le courant de circulation I des deux transformateurs est représenté par le vecteur $\overrightarrow{A_1X_1} = -j \cdot \dfrac{\omega\,\lambda}{K^2} \cdot \mathfrak{J}$. Il est facile également de trouver une représentation de la puissance P fournie (ou absorbée) par la machine synchrone.

P = projection de I sur U = projection de $\dfrac{\overrightarrow{X_2\,Y}}{j\,\omega\,l'}$ sur $\overrightarrow{X_1\,X_2}$ = projection de $\dfrac{\overrightarrow{X_2X_1} + \overrightarrow{X_1\,Y}}{j\,\omega\,l'}$ sur $\overrightarrow{X_1X_2}$ = projection de $\dfrac{\overrightarrow{X_1\,Y}}{j\,\omega\,l'}$ sur $\overrightarrow{X_1X_2} = 2 \cdot X_1\,C \cdot X_1\,O \cdot \dfrac{\lambda + l'K^2}{\lambda} \cdot \dfrac{1}{\omega\,l'} \cdot \sin \widehat{CX_1O}$

$$= 2 \cdot \frac{\lambda + l'K^2}{\lambda} \cdot \frac{1}{\omega\,l'} \cdot CO \cdot HX_1$$

si H est le pied de la perpendiculaire abaïssée de X_1 sur A_1A_2.

En remplaçant CO par sa valeur, on a en définitive:

$$P = E_0 \cdot 2\,\xi K \cdot \frac{\lambda + l'K^2}{2\lambda + l'K^2} \cdot \frac{HX_1}{\omega\,\lambda}$$

La puissance P est donc directement donnée par la distance HX_1.

On voit déjà que le demi-cercle supérieur correspond au fonctionnement en générateur et le demi-cercle inférieur au fonctionnement en moteur.

D'autre part, on sait que si l'on tend à augmenter la vitesse de rotation de l'alternateur, c'est-à-dire, si l'on décale en avant sa roue polaire, la puissance débitée doit augmenter pour que le régime soit stable.

En d'autres termes, sur notre diagramme, lorsque X_1 se déplace sur le demi-cercle supérieur en sens inverse des aiguilles d'une montre, il faut que H_1X augmente. On en conclut que seul le quadrant de droite du demi-cercle supérieur correspond à un fonctionnement stable du générateur. On verrait pareillement que seul le quadrant de droite du demi-cercle inférieur correspond à un fonctionnement stable du moteur.

Il est aisé, en se basant sur le diagramme que nous venons d'établir, de résoudre toutes les questions qui peuvent se présenter pratiquement. Par exemple, on se rend compte que, pour une excitation donnée, le courant de circulation qui traverse les transformateurs sera d'autant plus grand que l'on fera débiter ou absorber par l'alternateur une puissance plus grande. Il existe toutefois un maximum qu'on ne saurait dépasser faute de quoi la machine tomberait hors du synchronisme.

D'autre part, si la machine synchrone tourne simplement à vide sans être entraînée par un moteur auxiliaire, le point du cercle caractérisant un tel fonctionnement est celui du diamètre horizontal qui se trouve à droite. On voit immédiatement que l'insertion de la machine synchrone a dans ce cas pour effet une diminution du courant de circulation qui serait provoqué par le simple écart des prises, à moins que l'excitation de la dite machine ne soit très forte.

Nous avons d'ailleurs eu plusieurs fois l'occasion de vérifier expérimentalement ce fait.

Stabilisator grösserer Stromstärke bei stetig veränderlicher Sekundärspannung.

Von *G. Fejér* und *R. Sänger*, Zürich. 621.316.722 : 621.385.5

Es wurde ein Gerät entwickelt, welches eine Entnahme von maximal 150 mA Gleichstrom gestattet bei beliebiger Wahl der Spannung von 0 bis 1500 Volt. Der Spannungsverlust über die Stabilisatorröhre beträgt 650 Volt, so dass die Primärspannung um diesen Betrag höher als die maximale Sekundärspannung sein muss. Das Gerät arbeitet mit einer Triode, einer HF-Pentode, einer Trockenbatterie von 40 Volt und 6×2 Volt-Akkumulatoren. Einer Schwankung der Primärspannung um ± 100 V entspricht eine Schwankung der Sekundärspannung um ± 1/5 Volt. Die Arbeit wurde im Physikalischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich ausgeführt.

Les auteurs ont développé un appareil qui donne au maximum 150 mA de courant continu, sous une tension variable à volonté entre 0 et 1500 V. La chute de tension dans le tube stabilisateur s'est de 650 V, de sorte que la tension primaire doit être supérieure d'autant à la tension secondaire maximum. L'appareil comporte une triode, une penthode HF, une pile sèche de 40 V et six accumulateurs de 2 V. A une variation de la tension primaire de ± 100 V correspond une variation de la tension secondaire de ± 1/5 V. Les travaux ont été exécutés à l'Institut de Physique de l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich.

Zur Durchführung mancher physikalischer Messungen sind Spannungen grosser Konstanz von mehreren hundert bis tausend Volt nötig. Die Verwendung von Akkumulatorbatterien ist zu kostspielig.

Gleichstromgeneratoren und Netzanschlussgeräte ohne Stabilisierung geben keine hinreichende Konstanz. Deshalb ist im folgenden ein Stabilisator beschrieben, welcher Stromstärken bis zu 150 mA bei stetig veränderlicher Spannung von 0 bis 1500 Volt zu geben vermag.

Die Bedingung einer stetigen Veränderbarkeit der Spannung bedingt den Einbau eines Potentiometers. Ein einfacher Weg zur Erzeugung einer konstanten Spannung besteht darin, dass man den durch ein Potentiometer fliessenden Strom konstant macht und hierauf die gewünschten Spannungen abgreift.

Nach Fig. 1 hält man durch entsprechende Steuerung des Gitters den Anodenstrom konstant; dieser fliesst durch das Potentiometer, wobei man für *eine*

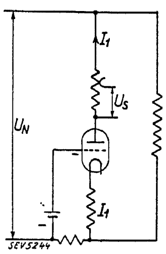


Fig. 1.

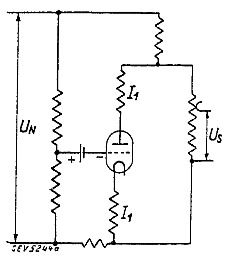


Fig. 1a.

bestimmte Einstellung des Potentiometers, bei *einer* gegebenen Leistung des Verbrauchers Konstanz des Anodenstromes $\frac{dI_1}{dU_N} = 0$ erreichen kann. Denn ist der Verbraucherstrom vergleichbar mit dem Potentiometerstrom, dann wird bei einer Aenderung der Verbraucherleistung der Spannungsabfall am Potentiometer verändert; der Arbeitspunkt der Röhre wird durch die veränderte Röhrenspannung verschoben und die Abstimmung geht verloren. Um diesem Uebelstand zu begegnen, stehen zwei Wege offen:

a) Man verändert diejenigen Grössen, welche die Konstanz bedingen, so lange, bis sie wieder erreicht ist. Dieses Nachregulieren ist aber sehr umständlich.

b) Man schaltet parallel zum Potentiometer einen zweiten Widerstand, der so verstellt wird, dass der Gesamtwiderstand (zusätzlicher Widerstand, Potentiometer und Verbraucher) unabhängig von der entnommenen Leistung ist. Diese Konstanz kann durch ein im Anodenkreis liegendes Ampèremeter kontrolliert werden (es muss immer denselben Wert zeigen). Die Einstellung des Parallelwiderstandes lässt sich viel bequemer machen als die Nachregulierung nach Variante *a)*. Die Summe der Ströme durch Parallelwiderstand, Potentiometer und Verbraucher kann allerdings grösser werden als der zulässige Anodenstrom einer gewöhnlichen Röhre.

Man könnte eine Schaltung nach Fig. 1a ins Auge fassen. Dabei müsste das Gitter so gesteuert werden, dass der Spannungsabfall im Kreis aus Röhre und Parallelwiderstand unabhängig von den Schwankungen der Primärspannung ist. Die Berechnung dieser Variante zeigt wohl die prinzipielle Möglichkeit der Stabilisierung nach diesem Schema, für unsere Zwecke aber lassen sich die Forderungen der Stabilitätsbedingung nicht erfüllen.

Der Nachteil des grossen Anodenstromes bei der Variante *b)* lässt sich durch eine Schaltung nach Fig. 2 beheben.

Wir müssen aber aus folgenden Gründen auch von dieser noch relativ einfachen Schaltung absehen: Die steuernde Schwankung der Gitterspannung ist proportional dem Spannungsabfall $\overline{AB}$. Nimmt z. B. U_N (die Primärspannung) zu, dann muss I_1 (der Anodenstrom der Stabilisatorröhre) abnehmen und somit das Gitter negativer werden, folglich I_3 zunehmen. Daraus ist ohne Rechnung ersichtlich, dass I_1 nur einen kleinen Beitrag von I_3 ausmachen kann. Da I_1 ungefähr 0,1 A ist, wird I_3 in der Grössenordnung von 1 A sein. Man verbraucht zur Steuerung mehr Leistung, als man dem Apparat entnimmt und ausserdem zeigt die Rechnung, dass eine Gitterbatterie von über 700 Volt notwendig wäre.

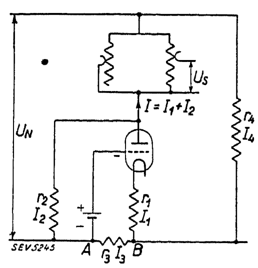


Fig. 2.

Die Schaltung nach Fig. 3 entspricht dem des ausgeführten Stabilisators. Hier wird das Gitter der Stabilisatorröhre durch eine Pentode gesteuert, so dass die Grösse von I_1 keinen Einfluss auf die zur Steuerung verbrauchte Leistung hat. Die Arbeitsweise ist folgendermassen: Bei Zunahme von U_N wird das Steuergitter der Pentode weniger negativ und der Widerstand, den die Pentode darstellt, wird

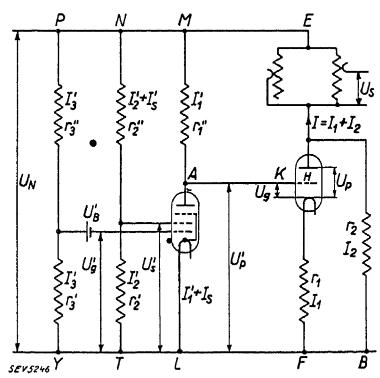


Fig. 3.

kleiner. Dadurch wird das Potential des Punktes A in Fig. 3 negativer, somit auch das Gitter der Stabilisatorröhre. Folglich nimmt I_1 ab, $I_1 + I_2$ bleibt konstant. Die Rechnung zeigt, dass nur eine Pentode als Steuerröhre in Frage kommt. Trioden ergäben so grosse Schwankungen der Gitterspannung der Steuerröhre, dass in extremen Fällen positive Gitterspannungen auftreten würden.

Die Durchrechnung der Schaltung.

Die Aufgabe zerfällt in zwei Teile:

I. Wie ist die Gitterspannung U_g der Stabilisatorröhre zu steuern, damit der Gesamtstrom $I =$

$I_1 + I_2$, d. h. der Strom durch den Widerstand R, bestehend aus Verbraucher, Potentiometer und Parallelwiderstand, konstant bleibt.

II. Wie muss sich die Anodenspannung der Steuerröhre (Punkt A), welche die Schwankungen der Gitterspannung der Stabilisatorröhre bedingt, ändern, damit die Forderung I erfüllt wird.

I.

Die Forderung lautet:

$$I = I_1 + I_2 = \text{konst.} \tag{1}$$

Daraus folgt:

$$dI_1 = -\,dI_2;\ \frac{dI}{dU_N} = 0 \tag{2}$$

Um zu sehen, wie die Widerstände im Stabilisatorkreis zu wählen sind, damit diese Bedingung erfüllt ist, geht man von dem Kirchhoffschen Gesetz für den Kreis BEB aus:

$$I_2\,(r_2 + R) + I_1 R = U_N \tag{3}$$

Ableitung nach U_N ergibt

$$(r_2 + R)\,\frac{dI_2}{dU_N} + R\,\frac{dI_1}{dU_N} = 1$$

Darin wird Gl. (2) eingesetzt und man erhält:

$$\frac{dI_1}{dU_N} = -\,\frac{1}{r_2} \tag{4}$$

Dieser Bedingung muss man gerecht werden, damit I konstant ist. I_1 hängt von den Röhrenkonstanten und vom Betriebspunkt ab:

$$I_1 = I_1\,(U_p, U_g)$$

$$\frac{dI_1}{dU_N} = \frac{\partial I_1}{\partial U_p}\cdot\frac{dU_p}{dU_N} + \frac{\partial I_1}{\partial U_g}\cdot\frac{dU_g}{dU_N} = -\,\frac{1}{r_2} \tag{5}$$

Die in (5) auftretenden partiellen Ableitungen sind die Röhrenkonstanten:

$$\frac{\partial I_1}{\partial U_p} = \frac{1}{Z}\ (Z \doteq \text{innerer Widerstand});$$

$$\frac{\partial I_1}{\partial U_g} = \frac{\partial I_1}{\partial U_p}\cdot\left(-\frac{\partial U_p}{\partial U_g}\right)_{I_1 = \text{const.}} = \frac{\mu}{Z}$$

$$-\left(\frac{dU_p}{dU_g}\right)_{I_1 = \text{const.}} = \mu = \text{Verstärkungsfaktor}$$

$$\mu = \frac{1}{\text{Durchgriff}}.$$

Setzt man die Röhrenkonstanten in (4) ein, so erhält man:

$$\frac{dI_1}{dU_N} = -\,\frac{1}{r_2} = \frac{1}{Z}\,\frac{dU_p}{dU_N} + \frac{\mu}{Z}\,\frac{dU_g}{dU_N} \tag{6}$$

Um $\frac{dU_p}{dU_N}$ und $\frac{dU_g}{dU_N}$ in Abhängigkeit von den Röhrenkonstanten, des Arbeitspunktes und der eingebauten Widerstände auszudrücken, wendet man das Kirchhoffsche Gesetz auf die Kreise FEF und FHKALF an, eliminiert mit Hilfe von (3) I_2 und erhält:

$$U_p = U_N\,\frac{r_2}{r_2 + R} - I_1\left[r_1 + R\,\frac{r_2}{r_2 + R}\right] \tag{7}$$

$$\frac{dU_p}{dU_N} = \frac{r_2}{r_2 + R} - \left[r_1 + R\,\frac{r_2}{r_2 + R}\right]\frac{dI_1}{dU_N} \tag{7a}$$

$$U_g = U_p' - I_1 r_1 \tag{8}$$

$$\frac{dU_g}{dU_N} = \frac{dU_p'}{dU_N} - r_1\,\frac{dI_1}{dU_N} \tag{8a}$$

(7a) und (8a) in (6) eingesetzt, ergibt, nach $\frac{dU_p'}{dU_N}$ aufgelöst:

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = -\,\frac{1}{\mu}\left\{\frac{Z + r_1\,(1 + \mu)}{r_2} + 1\right\} \tag{9}$$

Wie man sieht, fällt aus der Stabilitätsbedingung R heraus. Der Widerstand R spielt damit in der Stabilitätsbedingung nur indirekt eine Rolle, nämlich dadurch, dass bei einer Verschiebung des Arbeitspunktes sich μ und Z verändern können.

Die Gl. (9) zeigt, dass, je grösser der Verstärkungsgrad μ, der Nebenschlusswiderstand r_2, je kleiner der innere Widerstand Z der Stabilisatorröhre und der vor die Röhre geschaltete Widerstand r_1 (welcher bewirkt, dass A, somit das Gitter, wesentlich negativer als die Kathode werden und somit eine Gitterbatterie wegfällt) sind, desto leichter geht die Stabilisierung. Dies bedeutet, dass es am vorteilhaftesten wäre, den ganzen Strom I durch die Röhre zu schicken und eine Röhre mit grosser Steilheit zu wählen $\left(DZS = 1 = \frac{Z}{\mu}S;\ \frac{Z}{\mu} = \frac{1}{S}\right)$. Diesen Forderungen werden nur die Senderröhren gerecht, haben aber einen Heizstrom von mehreren 10 A und kommen folglich nicht in Frage.

Die Schwankungen der Anoden und der Gitterspannung der Stabilisatorröhre können bei gegebener Schwankung von U_N und bei Kenntnis der Anodenspannung U_p' der Steuerröhre bereits berechnet werden. Diese Schwankungen bestimmen die Wahl der Röhre und die Verteilung des Stromes auf die Röhre und den zu ihr parallel geschalteten Widerstand r_2.

Der Arbeitspunkt soll so liegen, dass auch beim grössten zu erwartenden ΔU_N kein Gitterstrom fliesst und umgekehrt der Anodenstrom nicht zu klein wird, um nicht in den allzu gekrümmten Teil der Charakteristik zu kommen.

Aus (6), (7a) und (8a) erhält man:

$$\Delta U_g = -\,\Delta U_N\left\{\frac{1}{\mu}\left[\frac{Z + r_1\,(1 + \mu)}{r_2} + 1\right] - \frac{r_1}{r_2}\right\} \tag{10a}$$

$$\Delta U_p = \Delta U_N\left\{1 + \frac{r_1}{r_2}\right\} \tag{10b}$$

je grösser r_2 ist, desto kleiner werden die Schwankungen. Für unseren Stabilisator wurde eine Triotron-Röhre K 450/50 gewählt mit den Daten: $U_p =$ 400 V; $U_g = -50$ V; $I_1 = 0{,}12$ A; $\mu = 4{,}7$; $Z =$ 1000; $U_p' = 200$ V; $I_2 = 0{,}28$ A.

Für die in (10a) und (10b) unbekannten Grössen folgt aus (8):

$$r_1 = \frac{U_p' - U_g}{I_1} = 2085\ \Omega$$

nach Kirchhoff für den Kreis über Stabilisatorröhre und r_2

$$r_2 = \frac{U_p + I_1 r_1}{I_2} = 2420\ \Omega$$

ferner:

$$\frac{1}{\mu}\left[\frac{Z + r_1(1+\mu)}{r_2} + 1\right] = -\frac{dU_p'}{dU_N} = 1{,}343$$

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = -1{,}343 \qquad \text{(IX)}$$

Gl. (9) [bzw. (IX), zahlenmässig für die gewählte Röhre ausgewertet] zeigt, welchen Wert dU_p'/dU_N von der Seite der Steuerröhre aus aufweisen soll, um eine stabile Spannung zu erhalten.

II.

Bei der Berechnung der Aenderung der Anodenspannung der Steuerröhre U_p' mit der Variation der Primärspannung U_N müssen wir beachten, dass sowohl Anodenstrom I_1', wie Schirmgitterstrom I_s' variabel sind. Auch jetzt soll zum Steuergitter kein Strom fliessen. Es gelten die Gleichungen (wobei die partiellen Ableitungen wiederum die Röhrenkonstanten bedeuten):

$$I_1' = I_1'(U_p';\ U_s';\ U_g') \qquad \text{(11a)}$$

$$I_s' = I'(U_p';\ U_s';\ U_g') \qquad \text{(11b)}$$

$$\frac{dI_1'}{dU_N} = \frac{\partial I_1'}{\partial U_p'}\frac{dU_p'}{dU_N} + \frac{\partial I_1'}{\partial U_s'}\frac{dU_1}{dU_N} + \frac{\partial I_1'}{\partial U_g'}\frac{dU_g'}{dU_N} \qquad \text{(12a)}$$

$$\frac{dI_s'}{dU_N} = \frac{\partial I_s'}{\partial U_p'}\frac{dU_p'}{dU_N} + \frac{\partial I_s'}{\partial U_s'}\frac{dU_s'}{dU_N} + \frac{\partial I_s'}{\partial U_g'}\frac{dU_g'}{dU_N} \qquad \text{(12b)}$$

$$\frac{\partial I_1'}{\partial U_p'} = \frac{1}{Z_p};\quad \frac{\partial I_1'}{\partial U_s'} = \frac{1}{Z_s};\quad \frac{\partial I_1'}{\partial U_g'} = \frac{1}{Z_g} \qquad \text{(13a)}$$

$$\frac{\partial I_s'}{\partial U_p'} = \frac{1}{Z_{sp}};\quad \frac{\partial I_s'}{\partial U_s'} = \frac{1}{Z_{ss}};\quad \frac{\partial I_s'}{\partial U_g'} = \frac{1}{Z_{sg}} \qquad \text{(13b)}$$

$$\frac{dI_1'}{dU_N} = \frac{1}{Z_p}\frac{dU_p'}{dU_N} + \frac{1}{Z_s}\frac{dU_s'}{dU_N} + \frac{1}{Z_g}\frac{dU_g'}{dU_N} \qquad \text{(14a)}$$

$$\frac{dI_s'}{dU_N} = \frac{1}{Z_{sp}}\frac{dU_p'}{dU_N} + \frac{1}{Z_{ss}}\frac{dU_s'}{dU_N} + \frac{1}{Z_{sg}}\frac{dU_g'}{dU_N} \qquad \text{(14b)}$$

Wendet man das Kirchhoffsche Gesetz auf die entsprechenden Kreise an und eliminiert I_3' und I_2', so erhält man:

$$U_p' = U_N - r_1' I_1' \qquad \text{(15)}$$

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = 1 - r_1' \frac{dI_1'}{dU_N} \qquad \text{(15a)}$$

$$p_1' \equiv \frac{r_2'}{r_2' + r_2''};\qquad p_1 \equiv \frac{r_3'}{r_3' + r_3''}$$

$$U_s' = p_1'(U_N - r_2'' I_s') \qquad \text{(16)}$$

$$\frac{dU_s'}{dU_N} = p_1'\left(1 - r_2'' \frac{dI_s'}{dU_N}\right) \qquad \text{(16a)}$$

$$U_g' = p_1 U_N - U_B' \qquad \text{(17)}$$

$$\frac{dU_g'}{dU_N} = p_1 \qquad \text{(17a)}$$

Um die Gleichungen von dI_s'/dU_N zu befreien, setzt man in (14b) die Gl. (16a) und (17a) ein und löst nach dI_s'/dU_N auf:

$$\frac{dI_s'}{dU_N} = \frac{\dfrac{1}{Z_{sp}}\dfrac{dU_p'}{dU_N} + \dfrac{p_1'}{Z_{ss}} + \dfrac{p_1}{Z_{sg}}}{1 + r_2''\dfrac{p_1'}{Z_{ss}}}$$

Die gesuchte Abhängigkeit der Anodenspannung von der Netzspannung bekommt man, wenn man dI_s'/dU_N aus (15a) entnimmt, (16a), (17a) und (18) in (14a) einsetzt, die beiden Ausdrücke für dI_s'/dU_N gleichsetzt und nach $\frac{dU_p'}{dU_N}$ auflöst:

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = \frac{1 - r_1'\left\{\dfrac{p_1'}{Z_s}\cdot\dfrac{1 - r_2''\dfrac{p_1'}{Z_{sg}}}{1 + r_2''\dfrac{p_1'}{Z_{ss}}} + \dfrac{p_1}{Z_g}\right\}}{1 + r_1'\left\{\dfrac{1}{Z_p} - \dfrac{r_2'' p_1'}{Z_s Z_{sp}\left(1 + r_2''\dfrac{p_1'}{Z_{ss}}\right)}\right\}} \qquad \text{(19)}$$

Ist Gl. (19) erfüllt, dann ist $dI/dU_N = 0$, und die Sekundärspannung in vernünftigen Grenzen ($\Delta U_N \sim \pm 100$ V) unabhängig von der Primärspannung.

Vor der Auswertung der Gl. (19) soll noch auf zwei Punkte hingewiesen werden, die die Bedienung des Stabilisators erleichtern:

1. Es kann vorkommen, dass die entnommene Leistung bei Veränderung der stabilisierten Spannung sich sprunghaft, in unberechenbarer Weise, ändert. Um die Stabilisatorröhre dabei nicht zu überlasten, empfiehlt es sich, einen Widerstand von der Grösse U_p/I_1 ihr parallel einzubauen, um bei Einstellung einer neuen Sekundärspannung die Röhre durch diesen Widerstand ersetzen zu können.

2. Da man bei Messungen nicht im ganzen Bereich von 0 bis 1500 V arbeiten wird, empfiehlt es sich, den Stabilisator so zu bauen, dass nur die letz-

ten 500 V auf dem Potentiometer abgreifbar sind (Fig. 4).

Ueber den Widerstand r_2 verliert man $I_2 r_2$ an Spannung, d. h. in unserem Fall 650 V. In unserem Stabilisator von maximal 1500 V müsste die Primärspannung U_N 2150 V betragen. Arbeitet man aber für längere Zeit z. B. nur mit 500 V, so wäre es unvernünftig, 2150 V auf 500 abzudrosseln. Aus diesem Grunde wurde der Stabilisator für verschiedene Primärspannungen U_N = 1150, 1650 und 2150 V gebaut.

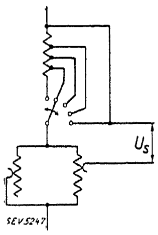


Fig. 4.

Das Neu-Abgleichen des Stabilisators beim Uebergang auf eine andere Primärspannung U_N, lässt sich in wenigen Minuten ausführen[1]). Wie man am ausgeführten Stabilisator sieht, braucht man bloss U_B und r_3' sorgfältig einzuregulieren; für r_1' und r_2'' genügt eine grobe Verstellung und $r_3' + r_3''$ sowie r_2' können mit Vorteil konstant gelassen werden.

Zahlenbeispiel, entsprechend dem ausgeführten Stabilisator:

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = -1,343 \quad \text{(Gl. IX)};$$

$$\frac{dU_p'}{dU_N} = \frac{1 - r_1' \left\{ \frac{p_1'}{Z_s} \cdot \frac{1 - r_2'' \frac{p_1}{Z_{sg}}}{1 + r_2'' \frac{p_1'}{Z_{ss}}} + \frac{p_1}{Z_g} \right\}}{1 + r_1' \left\{ \frac{1}{Z_p} - \frac{r_2'' \, p_1'}{Z_s Z_{sp} \left(1 + r_2'' \frac{p_1'}{Z_{ss}}\right)} \right\}}$$

Als Steuerröhre wird eine Philips Pentode E 446 4·A·1 gewählt:

$$U_p' = 200 \text{ V}; \; U_s' = 100 \text{ V}; \; U_g' = \sim 2,22 \text{ V};$$
$$I_1' = 3,03 \text{ mA}; \; I_2' = 1,35 \text{ mA}$$

und gesetzt

$$r_3' + r_3'' = 800\,000 \;\Omega; \; I_2' = (I_2' + I_s') - I_s' =$$
$$2,7 - 1,35 = 1,35 \text{ mA}; \; r_2' = \frac{U_s'}{I_2'} = 74\,000 \;\Omega$$

Die Röhrendaten sind

$$\frac{1}{Z_p} = 2,8 \cdot 10^{-7} \,\Omega^{-1}; \; \frac{1}{Z_s} = 6,66 \cdot 10^{-5} \,\Omega^{-1};$$

$$\frac{1}{Z_g} = 2,22 \cdot 10^{-3} \,\Omega^{-1}; \quad \frac{1}{Z_{sp}} = -2,18 \cdot 10^{-7} \,\Omega^{-1};$$

$$\frac{1}{Z_{ss}} = 3,68 \cdot 10^{-5} \,\Omega^{-1}; \; \frac{1}{Z_{sg}} = 9,56 \cdot 10^{-4} \,\Omega^{-1}$$

Als Unbekannte treten p_1 und U_B auf. Gl. (19) liefert p_1 und (17) die Gitterbatteriespannung U_B.

U_N V	$U_{s\,max}$ V	r_1' Ω	r_2' Ω	r_3' Ω	U_B V
2150	1500	$6,44 \cdot 10^5$	$7,6 \cdot 10^5$	1923	7,4
1650	1000	$4,78 \cdot 10^5$	$5,74 \cdot 10^5$	2720	7,82
1150	500	$3,14 \cdot 10^5$	$3,89 \cdot 10^5$	3910	7,84

Da die Röhrendaten selbstredend nicht sehr gegnau bestimmbar sind, sind auch die Werte der Tabelle nur approximativ zu nehmen; die endgültige Einstellung erfolgt durch das Experiment.

Die Versuche mit diesem Gerät haben gezeigt, dass eine Stabilisierung bis zu $\frac{1}{500}$ der Primärschwankung erreicht werden konnte.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. Scherrer für das Interesse, mit dem er unsere Arbeit förderte, und Herrn Dr. R. David für manchen wertvollen Ratschlag.

[1]) Kontrolle z. B. durch eine Kompensationsschaltung.

Poteaux et pylônes en béton armé.

Système GRZ.

Par *E. Camenzind*, Ennetbaden.

621.315.668.3

L'auteur décrit un procédé de fabrication de poteaux en béton armé de section creuse, polygonale. Il indique les matériaux utilisés, puis donne des détails sur l'exécution de l'armature et du bétonnage dans des moules en tôle de fer, à coffre et noyau, avec nouveau procédé par vibration. Pour terminer, il parle de l'emploi de ces poteaux, ainsi que du résultat d'essais de charge.

Der Autor beschreibt ein neues Verfahren zur Herstellung armierter Betonmaste mit hohlem, vieleckigem Querschnitt. Nach den Angaben über die verwendeten Baumittel wird über die Herstellung der Armierung und das Betonieren mit Mantel- und Kernform aus Eisenblech berichtet, bei welchem eine besondere Rüttelvorrichtung zur Anwendung kommt. Es wird ferner auf die Verwendungsmöglichkeiten dieses Mastes und auf die ausgeführten Belastungsversuche hingewiesen.

Les supports des lignes aériennes de transmission d'énergie électrique étaient autrefois presque exclusivement en bois ou en fer. On avait essayé à plusieurs reprises d'utiliser en Suisse des poteaux et pylônes en béton armé, mais ce type de construction n'avait pas eu beaucoup de succès, bien que les résultats obtenus aient été excellents[1]). Depuis quelques années toutefois, il semble que l'emploi de ce genre de supports fasse de nouveaux progrès, grâce surtout à de nouveaux types capables de faire concurrence aux pylônes en fer. A l'Etranger, l'emploi des poteaux en béton est d'ailleurs déjà courant. Ainsi, une entreprise belge a fabriqué plus

[1]) Par exemple, la ligne de l'Albula installée en 1910 et comportant près de 4000 pylônes en béton, de différents types. *Réd.*

de 30 000 poteaux en béton, devant supporter parfois de très fortes contraintes. La S. A. Rüttimann Frères, à Zoug, qui a une longue expérience dans la construction des lignes électriques, a entrepris la fabrication de poteaux et de pylônes en béton armé. Avec la collaboration du Bureau technique Rudolf Dick, ingénieur-conseil, à Lucerne, elle a mis au point un type de poteau présentant d'in-

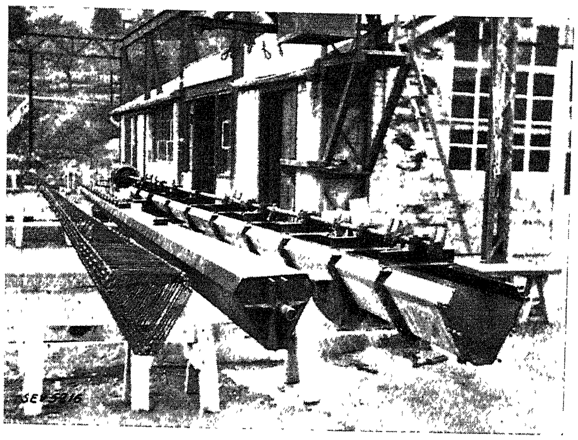


Fig. 1.
A gauche: Armature.
Au centre: Noyau.
A droite: Coffre avec dispositif de vibration (arbre entraîné par moteur électrique, visible à l'extrémité postérieure).

téressantes innovations au point de vue statique et constructif. La fabrication et les possibilités économiques et techniques de ces poteaux en béton armé font l'objet de cet article.

Les calculs tiennent compte des Ordonnances fédérales sur les installations à faible et à fort courant, ainsi que des Normes pour constructions en acier, en béton ordinaire et en béton armé, du 14 mai 1935.

La liaison des matériaux est assurée par du ciment Portland, fabrication Holderbank spécial. Pour les poteaux fabriqués dans le chantier de Cully, le sable et le gravier fin proviennent de l'embouchure du Rhône dans le Lac Léman. La grosseur des matériaux dépend de l'épaisseur des parois du poteau et de l'espace disponible entre les mailles de l'armature, dans lesquelles le béton est coulé. La pureté et la dureté des matériaux employés sont soigneusement examinées au point de vue chimique et minéralogique, et on détermine leur composition granulométrique la plus favorable (diagrammes de Fuller), afin d'obtenir un béton aussi compact et résistant que possible. Pour la fabrication en série de poteaux à une grande distance du chantier actuel, on prévoit l'installation d'un chantier à proximité du lieu de montage et l'utilisation de matériaux appropriés provenant de la région.

L'armature est constituée par des fers ronds normaux pour béton; pour les pylônes qui doivent supporter de très fortes contraintes, l'armature est en acier. Avant le bétonnage proprement-dit, on procède à la confection de l'armature complète, constituée par quatre enroulements en hélice se croisant et entre lesquels l'armature longitudinale principale est fixée par des points de soudure. La borne de terre, les raccordements pour la mise à la terre et les armatures des bras de support sont également soudés, de sorte que toute l'armature peut servir de ligne de terre. Cette construction spéciale de l'armature constitue un bâti rigide en fers ronds, qui conserve sa forme et se place toujours dans une position correcte par rapport aux parois. On assure ainsi un enrobage parfait de toutes les parties métalliques.

Le bétonnage des poteaux creux triangulaires a lieu dans un moule à coffre et noyau en fer. Le béton, mélangé à la machine, est coulé avec le minimum d'eau, de façon à obtenir une masse bien plastique. Un vibrage intensif assure une structure absolument compacte et sans pores. Le remplissage se fait par l'une des faces du poteau, placé horizontalement, et que l'on plane ensuite. On place dans cette paroi des formes en bois dur, afin d'obtenir des ouvertures permettant l'ascension du poteau. Le dispositif de vibration d'un nouveau genre présente la particularité d'être actionné par un moteur électrique, et non pas à l'air comprimé, comme dans les systèmes habituels. Le moteur attaque un arbre qui court tout le long du poteau et est muni de contrepoids excentrés; ses paliers sont reliés au coffre et au noyau. Tournant à 720 t/min, cet arbre non équilibré fait vibrer la masse de béton de telle sorte qu'en peu de temps il ne renferme plus aucun pore, et que la surface supérieure nue du béton présente presque l'aspect d'une masse en ébullition.

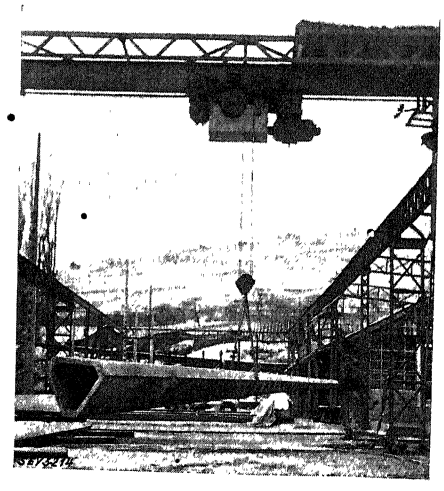


Fig. 2.
Le poteau peut être soulevé par un seul câble placé au centre de gravité, sans subir de déformation appréciable.

Relativement peu de temps après, on sort le noyau et, le jour suivant, on enlève le coffre. Dans ce but, le coffre est muni de couronnes à l'aide desquelles on tourne le poteau de 180°, de façon que la face nue du béton se trouve en-dessous et puisse être calée par des pièces de bois. On démonte alors

le coffre en deux pièces et on laisse durcir le poteau, tout en l'humectant soigneusement pendant cette période. Le poteau ne subit pas d'autre traitement.

Le poteau ainsi fabriqué a la forme d'un corps triangulaire à angles chanfreinés, allant en diminuant de la base au sommet. Cette section hexagonale à trois côtés larges et trois côtés étroits donne l'impression d'être beaucoup plus mince qu'une section circulaire équivalente, aussi ces poteaux méritent-ils la préférence partout où des considérations d'ordre esthétique l'exigent. Les poteaux et pylônes peuvent être également bouchardés ou colorés en différentes teintes par adjonction de sables appropriés. Il y a toutefois lieu de remarquer qu'un traitement de la surface de ces poteaux n'est pas nécessaire, car au sortir du moule, les surfaces et les angles sont tous parfaitement lisses. De même, les faces intérieures sont dans le même état et peuvent être contrôlées par les ouvertures servant de marches.

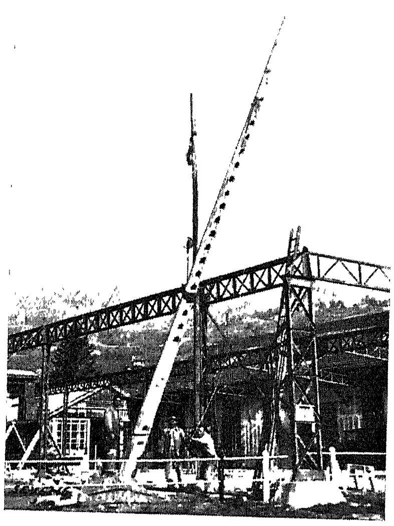


Fig. 3.
Erection d'un poteau.

Ces poteaux et pylônes permettent les applications les plus variées. Ainsi, ils peuvent être prévus avec trois bras de support d'un seul côté ou de deux côtés, pour les lignes à haute tension. Ces bras de support sont liés au poteau de telle sorte qu'aucune partie métallique n'est visible, sauf le maillon destiné à supporter l'isolateur et qui est relié directement à l'armature. Les efforts exercés sur les bras de support par la charge de la ligne sont transmis uniquement par l'armature et non pas par le béton.

S'il s'agit de poteaux de distribution pour réseaux secondaires ou de points de départ de câbles, on peut visser directement des supports d'isolateurs dans les six pans de la tête du poteau ou y placer les ferrures pour les traverses.

Ces poteaux s'adaptent également aux exigences les plus variées au point de vue statique, en ce qui concerne l'ordre de grandeur de la sollicitation au flambage; l'économie augmente même avec l'accroissement de l'épaisseur du poteau. Ce nouveau type de poteau, qui résiste en outre à de fortes torsions, s'utilise également pour les lignes à haute tension à 3 ou 6 conducteurs à portées virtuelles de 100 à 180 mètres, comme poteau d'angle lorsque les charges ne sont pas trop exceptionnelles et comme poteau pour applications spéciales. Le poids d'un poteau de 13 mètres étant de 1300 à 1800 kg, le transport et le montage n'offrent aucune difficulté. Ces poteaux peuvent être soulevés par leur centre de gravité sans aucun inconvénient.

Le 1er octobre 1935, on a procédé à plusieurs essais de charge. Dans ce but, des poteaux fixés horizontalement et dont les couples de flexion dus au poids propre étaient compensés par des galets, ont été soumis à l'action d'une charge unique appliquée à l'endroit où s'exerce la traction totale due aux efforts des conducteurs et à l'action du vent. Sous une charge correspondant à la charge maximum pour portées virtuelles de 120 mètres et trois conducteurs (plus une ligne de terre) selon le calcul statique déterminant le dimensionnement du poteau, celui-ci fut chargé et déchargé à plusieurs reprises, et l'on a constaté qu'il se comportait d'une façon parfaitement élastique. Comme le calcul le faisait prévoir, des déformations permanentes se sont produites lorsque la limite d'élasticité fut atteinte aux très fortes charges, tandis que la rupture n'a eu lieu qu'après dépassement du coefficient de sécurité prescrit. Les avaries du béton et de l'armature se sont présentées à plusieurs endroits presque simultanément, ce qui prouve une utilisation rationnelle des matériaux. Ces essais ont montré que la résistance de ces poteaux est conforme aux prescriptions.

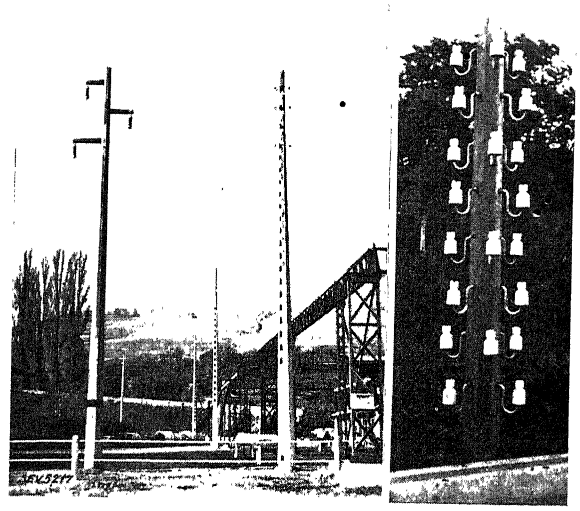


Fig. 4.
Différents types de poteaux.

Les principaux avantages de ces poteaux sont les suivants:

1° Grande économie: Le prix d'achat sur chantier est probablement de 20 à 25 % inférieur à celui de poteaux en

fer de même capacité de charge. A cette économie s'ajoutent celles indiquées sous 2°, 3° et 4°.

2° Fondations peu coûteuses. Dans les terrains favorables, il n'est pas nécessaire de prévoir des fondations, mais simplement un coinçage normal. Dans les mauvais terrains, il suffit de prévoir une couronne en béton au pied et une autre à 30 cm au-dessous du sol.

3° Aucun entretien.

4° Encombrement minimum dans les terrains cultivés, par suite de la suppression des socles en béton dépassant le niveau du sol.

5° Aspect élégant et léger.

6° Ouvertures ne commençant qu'à 2,5 m au-dessus du sol, empêchant l'ascension par des personnes non autorisées.

7° Construction robuste supportant sans inconvénient le transport et le montage.

8° Fabrication suisse, en matériaux suisses.

En résumé, les poteaux et pylônes en béton armé GRZ constituent une solution offrant de grands avantages pour l'établissement économique et d'aspect agréable de nos lignes de distribution aériennes.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Les cellules photoélectriques dites à «couche d'arrêt».

621.383.5

Les cellules à couche d'arrêt sont constituées, comme le montre la fig. 1, d'une plaque de cuivre recouverte d'une mince pellicule d'oxydule de cuivre et d'une contre-électrode transparente pressée contre celle-ci. Lorsqu'elle est éclairée une force électromotrice se produit entre le semi-conducteur (Cu_2O) et le conducteur (plaque de cuivre); cette limite re-

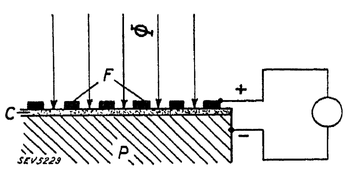


Fig. 1.
Croquis schématique d'une cellule à couche détectrice postérieure.
C Couche de Cu_2O.
F Filaments de cuivre spiralé.
Φ Lumière incidente.
P Plaque de cuivre.

présente donc une «couche d'arrêt» dans laquelle, les électrons qui la traversent, doivent vaincre une résistance en passant du semi-conducteur au conducteur.

Au point de vue du mode de construction, on distingue les cellules à couche d'arrêt postérieure et antérieure selon qu'en suivant le rayon lumineux, l'effet de barrage se produit avant ou après le semi-conducteur.

Lorsque la lumière tombe sur la cellule, des électrons optiques sont libérés dans le système Cu — Cu_2O. Ces électrons qui, par suite de l'énergie cinétique acquise, s'efforcent d'une part de traverser la couche limite dans la direction barrée, peuvent d'autre part être extraits dans un circuit extérieur et créer un courant. Le fait qu'ils choisissent l'un ou l'autre chemin dépend de la valeur de la résistance du circuit extérieur. Si cette résistance est nulle, le circuit extérieur est traversé par tous les électrons libérés (courant de court-circuit). Si elle devient infiniment grande, tous les électrons se propagent dans la direction du courant; la force électromotrice entre les deux électrodes représente alors la tension à vide de la cellule.

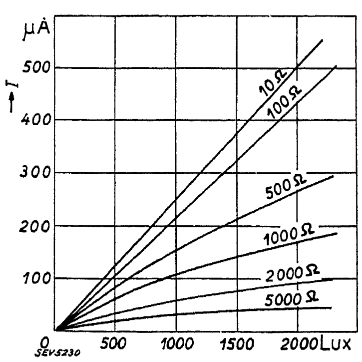


Fig. 2.
Courbes du courant photoélectrique (*I*) en fonction de l'éclairement d'une cellule au sélénium de 10 cm² pour diverses valeurs de la résistance du circuit extérieur.

Lorsque la résistance du circuit extérieur est faible, le courant photo-électrique varie proportionnellement à l'éclairement (fig. 2). Lorsque cette résistance augmente, il n'est plus proportionnel à l'éclairement.

La tension à vide, mesurée par une méthode d'opposition pour que la résistance extérieure soit infinie devant celle de la cellule, croît très rapidement avec l'éclairement, puis de moins en moins vite et semble atteindre une valeur limite (fig. 3).

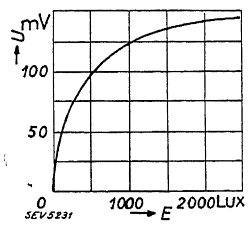


Fig. 3.
Courbe de la différence de potentiel (*U*) en circuit ouvert en fonction de l'éclairement (*E*) d'une cellule au sélénium.

La sensibilité des cellules varie avec la longueur d'onde de la lumière. Celles à oxydule de cuivre sont surtout sensibles dans les régions de grandes longueurs d'onde. Celles au sélénium présentent une courbe de sensibilité qui se rapproche de celle de l'œil, ce qui les rend particulièrement propre aux applications photométriques.

La figure 4 montre l'influence de la température sur le courant et la tension d'une cellule à couche postérieure. Sur les cellules à couche antérieure et sur celles à couche d'arrêt au sélénium cette influence est moins importante et pratiquement négligeable pendant la durée de l'essai.

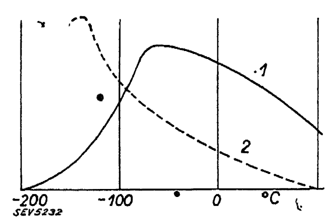


Fig. 4.
Courbes relatives à une cellule à l'oxyde de cuivre donnant, en fonction de la température, les variations:
1 du courant;
2 de la tension.

Le grand avantage de ces cellules sur celles d'autres types est qu'étant donné la valeur relativement élevée du courant photo-électrique, on peut souvent les utiliser sans dispositif d'amplification et sans différence de potentiel accélératrice. On les utilise [1]) en les mettant directement en série avec un galvanomètre ou un milli-ampèremètre à faible résistance, pour faire des mesures photométriques qui se ramènent à des mesures de rapports d'intensité lumineuse, de brillance ou d'éclairements. Enfin, elles peuvent dans beaucoup de cas agir sur des relais dont les caractéristiques de sensibilité de résistance leur permettent d'être actionnées directement par ces cellules. — (M. Cohu. Rev. Gén. Electricité, t. 38 [1935], No. 4.) *P. M.*

Amerikanische Spezifikation für eine «Study and Reading Lamp».

389.6 : 628.95(73)

Die amerikanische Illuminating Engineering Society stellte eine Spezifikation auf für eine tragbare Leselampe,

[1]) Voir sur les applications des cellules photoélectriques Bull. ASE 1935, N° 10, p. 263.

die bei entsprechender Höhe des Gestells auch als Ständerlampe ausgebildet sein kann. Eine weitere Spezifikation wurde für die zugehörigen Lampenschirme aufgestellt. Die

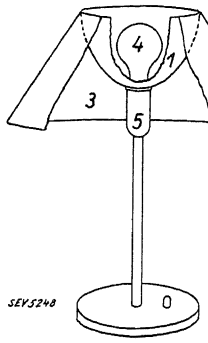


Fig. 1.
Leselampe.
1 Lichtstreuende Glocke.
2 Lampenschirm.
3 Innenseite des Schirmes ist so beschaffen, dass möglichst viel Licht reflektiert wird (Minimum ist vorgeschrieben).
4 Glühlampe, 150 W.
5 Fassung, so angeordnet, dass die vorschriftsmässige Lampe an der lichttechnisch günstigsten Stelle steht.

Spezifikation bestimmt die lichttechnischen Eigenschaften der Lampe, ihre Haltbarkeit und Sicherheit. Jede Firma darf diese Lampe herstellen, wenn sie sich verpflichtet, sich an die Spezifikation zu halten. Vor dem Verkauf werden die Lampen von einem unabhängigen Laboratorium einer strengen Prüfung nach der Spezifikation unterzogen und erhalten eine Etikette mit Beglaubigung. Diese Lampe wurde geschaffen, um die vielen, lichttechnisch nicht einwandfreien Steh- und Ständerlampen allmählich zu verdrängen und, allgemein, um die gute Beleuchtung zu fördern, denn sie soll ein vorzügliches, blendungsfreies Licht geben.

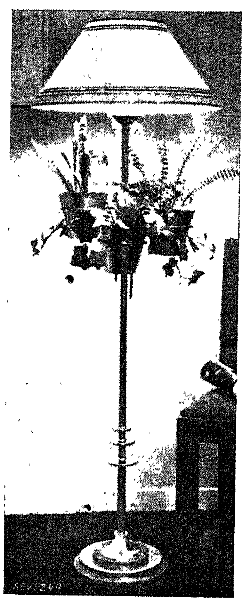


Fig. 2.
Eine originelle Kombination einer amerikanischen Firma, die unserem Geschmack vielleicht nicht ganz entspricht (s. folg. Artikel).

Die neue Lampe enthält eine stehend angeordnete Glühlampe (Fig. 1), die von einer halbdurchlässigen, nach oben geöffneten Glocke umgeben ist. Dadurch wird das Licht z. T. an die Zimmerdecke, z. T. auf den Arbeitsplatz gerichtet, so dass neben der reinen Arbeitsplatzbeleuchtung eine Allgemeinbeleuchtung vorhanden ist und zu grosse, die Sehbedingungen verschlechternde Leuchtunterschiede zwischen Arbeitsplatz und Umgebung vermieden werden. — (W. F. Little u. R. B. Brown jr., Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 30 [1935], S. 593; z. T. nach ETZ vom 23. Jan. 1936.) *Br.*

Fleurs et Electricité.

631.588.1

Toute maîtresse de maison sait à ses dépens combien la culture des plantes à domicile est délicate. Si nous débarrassons facilement nos plantes des poussières et leur assurons l'humidité appropriée, il faut aussi que nous puissions substituer au soleil défaillant une source d'énergie lumineuse qui, en permettant à la synthèse chlorophylienne de s'effectuer, favorise l'assimilation du CO_2 de l'air. Des lampes spéciales ont été construites à cet effet; on les trouve actuellement dans le commerce à un prix modique. Ces lampes sont légèrement survoltées; la composition chimique du verre permet le passage des radiations ultra-violettes qui, réfléchies par un réflecteur en aluminium, viennent produire leur action bienfaisante aux cellules végétales et même animales.

A titre d'indication voici des résultats obtenus sur divers plantes éclairées uniquement à l'électricité. Le tableau suivant résume les dispositions prises et les soins donnés à différents genres de plantes au magasin de démonstration édifié rue de Rennes à Paris.

Désignation des plantes	Eclairements lux	Durée d'exposition à la lumière heures par jour	Arrosage	Température en °C
Gazon levé 48 h après le semis .	350	12	trois fois par jour .	18
Cyclamens . . .	100	8	une fois par jour .	12 à 15
Begonia rex . .	150	6	le pot placé dans une soucoupe remplie d'eau; une fois par jour pulvérisation sur le feuillage	18
Cactées et plantes grasses . .	500	12	une fois par semaine, sauf pour les plantes délicates Kleinia)	18

Dans la plupart des cas, des lampes d'une puissance unitaire de 60 W ont donné les meilleurs résultats. Au point de vue chauffage, on a obtenu une température constante, grâce à une batterie centrale de chauffe et une distribution d'air chaud. L'air est pulsé dans le local par trois ventilateurs pouvant marcher ensemble ou séparément. Après avoir effectué un circuit dans la pièce, cet air est repris, puis projeté à l'extérieur au moyen d'un ventilateur-extracteur. Le réglage de la température est effectué thermostatiquement de façon à maintenir jour et nuit température de 18 à 20° C.

D'une façon générale, il paraît préférable de soumettre les plantes à l'éclairage pendant plusieurs heures par jour, sous des éclairements pas trop élevés, plutôt qu'une heure ou deux sous de très forts éclairements.

Les plantes très délicates telles que les orchidées et les aroidées, sont cultivées avec succès dans le magasin exposition.

Avec quelques soins et une dépense minime d'électricité, on peut non seulement entretenir, mais encore assister au développement de sa plante ou de sa fleur préférée. — (P. Chaumier et B. Henri-Martin. BIP, janv. 1936.)

Mischlicht-Armaturen.

628.95 : 628.971.6

Unter diesem Namen werden heute von verschiedenen Firmen Spezialarmaturen gebaut, die mit zwei Fassungen zur Aufnahme einer Quecksilberdampflampe und einer gewöhnlichen Glühlampe ausgerüstet sind. Das bläulich-weisse Licht der Quecksilberdampflampe setzt sich in der Hauptsache aus gelben, grünen und blauen Strahlen zusammen. Sie zeichnet sich durch eine ca. dreimal grössere Lichtausbeute gegenüber Glühlampen aus, gibt aber ein die Farben nicht ganz richtig wiedergebendes Licht, da es in seinem Spektrum kein Rot enthält. Deshalb mischt man es bei städtischen Strassenbeleuchtungen mit Glühlampenlicht. Das Mischungs-

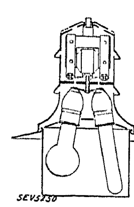


Fig. 1.

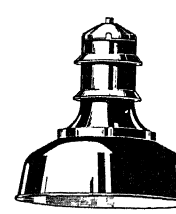


Fig. 2.

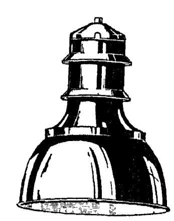


Fig. 3.

verhältnis ist dem Verwendungszwecke anzupassen. Die grösste Angleichung der Lichtfarbe an das Tageslicht wird mit einem Mischungsverhältnis von 1 : 1 erzielt, bezogen auf den Lichtstrom. Für Strassenbeleuchtung in Städten, wo noch

Glühlampenlicht von den Schaufenstern und Lichtreklameanlagen zum Ausgleich beitragen, genügt ein Mischungsverhältnis von Quecksilberdampflicht zu Glühlampenlicht von 2 : 1. Dieses Verhältnis wird z. B. gerade erfüllt mit einer Queckilberdampflampe von 250 W (9000 int. lm) und einer Glühlampe von 300 W (4500 int. lm).

Zum Betriebe der Quecksilberdampflampe ist eine Drosselspule erforderlich. Da ein getrenntes Aufhängen der Drosselspule in einem speziellen Gehäuse manchmal Schwierigkeiten bietet und unschön aussieht, baut man diese direkt oben in die Armatur ein. Fig. 1 zeigt den Schnitt durch ein Beispiel einer freistrahlenden Mischlichtleuchte mit eingebauter Drosselspule (Fabrikat Belmag). Es ist wichtig, dass die Armatur mit einer guten Ventilation versehen ist, damit die Apparatur durch die Wärmeabgabe der Lampen nicht zu Schaden kommt. Durch eine wärmeisolierende Schicht wird der Raum der Drosselspule vom übrigen Teil der Armatur abgeschlossen. Dieser Raum erhielt eine spezielle Ventilationsanordnung, durch die weder Regen noch Schnee eindringen kann. Die Reflektoren oder Glaszylinder dieser Armaturen müssen so tief sein, dass die Quecksillberdampflampen unten nicht aus der Armatur herausragen, um nicht von schief auffallenden Regentropfen getroffen zu werden. Weitere Formen von Mischlichtarmaturen, Flach- und Tiefstrahler, zeigen Fig. 2 und 3. *Sh.*

Lampes à incandescence à revêtement réfléchissant. 621.326.793

L'Office d'Eclairagisme nous prie de publier ce qui suit:

Il a été souvent question, dans la presse technique *), des lampes à incandescance à revêtement réfléchissant. Jadis, ce revêtement — auquel une publicité fallacieuse prête, tout à fait gratuitement, la propriété de réaliser une importante économie de courant — était, pour ainsi dire, exclusivement métallique, mais, aujourd'hui, il est parfois constitué par une pellicule de verre opalin.

Ces lampes sont écoulées sous des désignations de fantaisie, mais toujours au moyen des mêmes procédés de vente. Des commis voyageurs diserts visitent les consommateurs de lampes de quelque importance: détenteurs de magasins, aubergistes, hôteliers, etc. et leur présentent simultanément des lampes normales — non pourvues de réflecteur, bien entendu — et de prétendues lampes «d'épargne» de même puissance nominale que les lampes normales. Puis, ces soi-disant «éclairagistes» se mettent à éclairer une paroi au moyen des deux types de lampes, placés à la même distance de la paroi et le spectateur non prévenu a l'impression que les lampes à revêtement réfléchissant débitent beaucoup plus de lumière que les lampes normales. Cette première illusion produite, l'astucieux vendeur cherche à en provoquer une autre en sa faveur et, à cet effet, comparant une lampe normale avec le type de puissance nominale immédiatement inférieur des lampes «d'épargne», il n'a pas de peine à faire constater à son interlocuteur que cette dernière lampe est au moins aussi lumineuse que la lampe normale, de consommation pourtant plus grande. Des vendeurs plus raffinés font même appel au concours d'un luxmètre qui donne à leur jonglerie une apparence d'objectivité dont le public est facilement dupe. En fin de compte, le résultat auquel visait toute cette mise en scène est atteint, savoir que le client, nourri de l'illusion d'être «objectivement et impartialement documenté», n'hésite pas à passer une commande et consent à payer ces lampes d'«épargne» 2 ou 3 fois plus cher que les lampes normales, puisqu'il s'imagine se tirer d'affaire avec des modèles de lampes qui consomment beaucoup moins d'énergie que les lampes courantes. Or, il faut savoir que tous ceux qui concluent un tel marché sont de pitoyables victimes d'une adroite tromperie fondée sur le simple fait que les lampes normales sont présentées *dépourvues de tout réflecteur.*

Il n'est peut-être pas superflu de mentionner une fois de plus, que toute altération de la surface interne ou externe du verre entraîne une perte de puissance lumineuse. Quant au revêtement, métallique ou autre, il est clair qu'il ne peut produire qu'une *modification* de la répartition du flux lumineux, modification se traduisant par l'apparition d'un maximum d'intensité lumineuse dans la direction opposée au revêtement, aux dépens des autres directions de l'espace.

Mais exactement le même effet peut être obtenu au moyen d'une lampe ordinaire pourvue d'un réflecteur approprié. Il est vrai que l'achat de ce luminaire implique quelque dépense, mais, comme c'est un achat fait une fois pour toutes, le remplacement de ces lampes courantes revient bien meilleur marché que celui des lampes prétendues «d'épargne», puisque, avec ces dernières, l'acquisition de chaque lampe nécessite l'acquisition du réflecteur qui y est incorporé. Il existe bien des cas où, faute de place, il n'est pas possible d'installer un réflecteur indépendant. Mais, précisément pour cela les fabriques sérieuses de lampes à incandescence offrent au public des lampes réfléchissantes, moyennant une majoration de prix de 30 % par rapport aux lampes courantes.

Encore un fait important: un revêtement réfléchissant sur des lampes non prévues pour ce genre de traitement influence défavorablement leur durée, puisqu'il augmente la température de la lampe. Il arrive que ces fabricants marrons — car, bien entendu, ils ne produisent pas eux-mêmes des lampes — revêtent d'un enduit réfléchissant des lampes de marque connue et, le plus souvent, lorsque des réclamations s'élèvent dans le public, ces «industriels» ont disparu et c'est l'honnête fabrique de lampes qui est exposée aux reproches visant des défauts dont elle n'est en rien responsable.

Il est évident que ces lampes «d'épargne», loin de produire aucune économie sur la consommation de courant, ne font que majorer inutilement les dépenses d'éclairage.

Aussi, quand elles surgissent sur un marché, est-il recommandable que les entreprises électriques et les installateurs-électriciens de la région intéressée fournissent au public les éclaircissements nécessaires, éventuellement à l'aide de brefs communiqués de mise en garde adressés à la presse locale. Au moyen des considérations ci-dessus, il est très aisé de rédiger de tels communiqués, mais, au besoin, l'*Office d'éclairagisme* (Zurich, Limmatquai 3) se chargerait de ce travail.

*) Bull. ASE 1929, p. 381 et 639. Bull. ASE 1932, p. 370.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Zwei Senderschaltungen mit Oktode.

621.396.615.1

Die Oktode Fig. 1 enthält von unten nach oben als Elektroden: Kathode, erstes Steuergitter 1 (Oszillatorsteuergitter), erste Anode 2 (Oszillatoranode), erstes Schirmgitter 3, zweites Steuergitter, zweites Schirmgitter 5, Bremsgitter 6 und zweite Anode 7. In den Oktoden von Philips und Telefunken stehen Bremsgitter 6 und Kathode auf gleichem Potential; bei der hier verwendeten Oktode von Tungsram (MO 465) dagegen erhält das Bremsgitter 6 das gleiche konstante Potential wie die beiden Schirmgitter 3 und 5 [1]). Solche Röhren dienen in modernen Empfängern als sog. Mischrohr [2]).

In Fig. 1 ist die Tungsram-Oktode als quarzgesteuerter, modulierter Hochfrequenzsender geschaltet. Wirkt am ersten Steuergitter 1 die quarzgesteuerte Hochfrequenzspannung

$$\mathfrak{e}_1 = \mathfrak{E}_1 \cdot \cos \omega_h t$$

[1]) Nach Angaben der Herstellerfirma, die durch Messungen an einer Oktode mit separat herausgeführtem Bremsgitter 6 belegt sind, ergibt diese Massnahme nicht nur eine etwa 40 % grössere Verstärkung (grössere Steilheit), sondern vermindert gleichzeitig die Intensität der nichtlinearen Verzerrungen um ca. 30 %; ferner verkleinert dies die Verstimmung beim Fadingausgleich und verringert das Abreissen der Oszillatorschwingungen.

[2]) Ueber die Wirkungsweise vgl. Bulletin SEV 1934, S. 442 und 443.

und vom Mikrophon her am zweiten Steuergitter die niederfrequente Sprechstromspannung

$$e_2 = \mathfrak{E}_2 \cdot \cos \omega_n t,$$

so verläuft der Anodenwechselstrom i_a zeitlich annähernd nach der Beziehung

$$i_a = [S^{(7)}_{1,0} \cdot \mathfrak{E}_1 + S^{(7)}_{1,1} \cdot \mathfrak{E}_1 \cdot \mathfrak{E}_2 \cdot \cos \omega_n t] \cdot \cos \omega_h t,$$

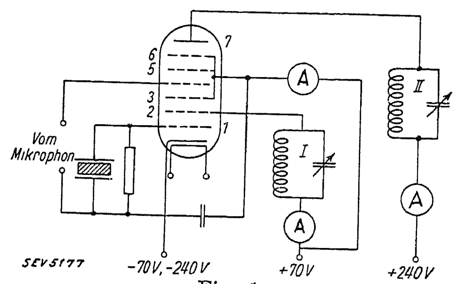


Fig. 1.
Quarzgesteuerter, modulierter Hochfrequenzsender mit Oktode.

d. h. die Hochfrequenz ist niederfrequent amplitudenmoduliert. (*S* Steilheiten.)

Statt der Sprechspannung kann man dem zweiten Steuergitter von einem Hilfssender Hochfrequenzspannung zuführen, wodurch die Anordnung in einen Schwebungssummer übergeht, dessen Frequenz in weiten Grenzen variabel ist. Wird keine veränderliche Summerspannung benötigt, so ist es zweckmässig, nach Fig. 2 auch im Kreise des zweiten

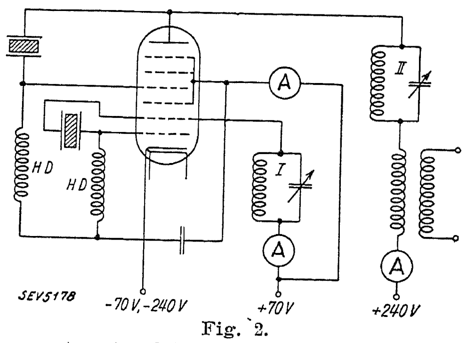


Fig. 2.
Quarzgesteuerter Schwebungssummer mit Oktode.

Steuergitters einen Quarz zu verwenden. Die Schwebungsfrequenz weist dann grosse Konstanz auf; Verstimmung der beiden Schwingungskreise I und II bis zum Abreissen der Schwingungen ändert die Schwebungsfrequenz höchstens um 1 %. (— Bohuslav Pavlík, Elektr. Nachr.-Tech., Bd. 12 [1935], H. 2, S. 53.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Drei Fälle von Diebstahl elektrischer Energie.

Kürzlich kamen vor zürcherischen Bezirksgerichten drei Fälle von Stromdiebstahl zum Nachteil der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) zur Aburteilung. In allen drei Fällen wurden die Delinquenten im Sinne von Art. 58 des Bundesgesetzes betreffend die Schwach- und Starkstromanlagen vom 24. Juni 1902 in Verbindung mit dem Bundesstrafrecht zu sehr empfindlichen Freiheitsstrafen, Schadenersatz und zum Tragen der Gerichtskosten verurteilt. Die drei Beispiele mögen zeigen, dass sich mit widerrechtlichem Entzug von Elektrizität nicht spassen lässt, und zwar um so weniger, als solche Fälle als *Offizialdelikte* gelten, also auch ohne Antrag des geschädigten Werkes von Staats wegen verfolgt werden.

1. Fall.

Der Delinquent, ein Maler, hatte im Februar 1935 im Estrich eine fliegende Leitung an die Hauptleitung der Verteilanlage vor dem Zähler montiert und von dieser Leitung bis zum September 1935, also während 7 Monaten, Elektrizität zum Kochen, Glätten, Nähen, für Beleuchtung und zum Betrieb des Radioapparates zum Nachteil der EKZ im Gesamtbetrag von Fr. 166.—, entzogen. Das *Bezirksgericht Zürich*, 4. Abteilung, sprach den Delinquenten am 5. Dez. 1935 des Stromdiebstahls schuldig und verurteilte ihn zu drei Wochen Gefängnis. Das Gericht fand, dass die Strafe von *drei Wochen Gefängnis* angesichts des Umstandes, dass die Straftat während vielen Monaten begangen wurde, angemessen sei, trotzdem der verheiratete Angeklagte, Vater von zwei Kindern, mit finanzieller Not zu kämpfen hat. Die Verurteilung wurde jedoch bedingt ausgesprochen, mit einer Bewährungsfrist von drei Jahren. Die Gerichtskosten sind vom Angeklagten zu tragen und der Schaden ist zu vergüten.

2. Fall.

Der Angeklagte, ein *Elektriker*, hatte von Dezember 1931 bis am 7. Juli 1935 in seiner Wohnung der Hausinstallation elektrische Energie entnommen, derart, dass sie nicht registriert und daher nicht verrechnet werden konnte, und die Energie zu Koch-, Heizungs- und Beleuchtungszwecken benützt, wodurch die EKZ um Fr. 839.65 geschädigt wurden. Das *Bezirksgericht Winterthur* sprach den Angeklagten am 13. Dezember 1935 schuldig des widerrechtlichen Entzuges elektrischer Kraft und verurteilte ihn zu *drei Monaten Gefängnis*, unbedingt. Der Verurteilte muss die EKZ mit Fr. 965.— entschädigen und die Gerichtskosten bezahlen. Straferschwerend wirkte die Höhe des angerichteten Schadens und die während nahezu vier Jahren vom Februar 1931 bis Juli 1935 fortgesetzte Begehung der Straftat. Das Gericht berücksichtigte ausserdem, dass sich die Entdeckung des widerrechtlichen Entzuges elektrischer Energie sehr schwierig gestaltet und sich die Begehung eines solchen Deliktes, wie im vorliegenden Falle, über eine lange Zeit erstrecken kann. Schärfend wirkte auch der Umstand, dass zufolge derartiger Bezüge elektrischer Energie, für die kein Entgelt geleistet wird, die geschädigten Elektrizitätswerke sich zu einer Erhöhung ihrer Tarifansätze gezwungen sehen könnten, wodurch sich indirekt eine Schädigung sämtlicher Strombezüger ergäbe. Die bedingte Verurteilung wurde nicht gewährt, denn der Delinquent war schon im Jahre 1920 wegen Diebstahls von elektrischer Kraft bestraft worden, was ihn nicht abhielt, wegen des gleichen Deliktes erneut straffällig zu werden.

3. Fall.

Der Angeklagte, ein Schreiner, hatte seit dem Jahre 1932 bis Frühjahr 1935 seinen Radioapparat (20 W) mit ungemessener Energie, die er vor dem Zähler mit einem selbstmontierten Anschluss bei den Hauptsicherungen von der Lichtleitung bezog, gespeist. Vom gleichen Anschluss speiste er seit dem Mai 1933 einen Kochapparat (410/790 W) und vom Dezember 1934 eine zweite Kochplatte (410 W), vom Herbst 1934 bis Frühjahr 1935 einen Schnellheizer (1000 W) mit ungemessener Energie. Ferner hatte der Angeklagte seit 1932 der Kraftleitung in der Werkstatt mit einem versteckt montierten Steckkontakt Energie zu Beleuchtungszwecken entzogen, so dass er für die kWh nur 14 bis 16 Rappen statt 45 Rappen zu bezahlen hatte. Der genaue Nachweis für die Menge der entwendeten Energie konnte nicht geführt werden; der Angeklagte hatte aber den von den EKZ geltend gemachten Schaden von Fr. 448.— anerkannt. Das *Bezirksgericht Affoltern* sprach den Angeklagten des widerrechtlichen Entzuges elektrischer Energie schuldig und verurteilte ihn zu *acht Tagen Gefängnis* und 20 Fr. Busse; ferner hat er die Gerichtskosten zu bezahlen und den EKZ den Schaden von Fr. 448.— zu vergüten. Diese relativ milde Strafe wurde in Anbetracht besonderer Umstände ausgesprochen, die hier nichts zur Sache tun.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	N. O. K. Baden		Kraftwerk Wäggital Siebnen		Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt Rheinfelden		Ofelti Bodio	
	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34	1934/35	1933/34
1. Production d'énergie . kWh	336 871 760	346 922 370	97 100 000	119 900 000	608 670 438	551 151 144	241 900 000	
2. Achat d'énergie . . . kWh	231 777 000	241 095 900	31 100 000	45 500 000	—	—	—	
3. Energie distribuée . . kWh	568 648 760	588 018 270	96 400 000	119 800 000	—	—	209 518 000	
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	— 3,3	—	— 19,5	—	—	—	—	
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	—	—	—	—	—	—	14 900 000	
11. Charge maximum . . kW	139 700	137 700	97 900	93 000	98 000	96 000	65 000	
12. Puissance installée totale kW	—	—	—	—	—	—	—	
13. Lampes . . . . . . nombre	—	—	—	—	—	—	—	
kW	—	—	—	—	—	—	—	
14. Cuisinières . . . . . nombre	—	—	—	—	—	—	—	
kW	—	—	—	—	—	—	—	
15. Chauffe-eau . . . . nombre	—	—	—	—	—	—	—	
kW	—	—	—	—	—	—	—	
16. Moteurs industriels . nombre	—	—	—	—	—	—	—	
kW	—	—	—	—	—	—	—	
17. Installations de chauff. nombre	—	—	—	—	—	—	—	
kW	—	—	—	—	—	—	—	
21. Nombre d'abonnements . . .	—	—	—	—	—	—	—	
22. Recette moyenne par kWh cts.	2,79	2,88	?	?	—	—	—	
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	53 600 000	53 600 000	40 000 000	40 000 000	30 000 000	30 000 000	20 000 000	
32. Emprunts à terme . . . »	49 584 000	49 584 000	27 000 000	27 000 000	30 000 000	30 000 000	10 000 000	
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
34. Capital de dotation . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
35. Valeur comptable des inst. »	97 183 725	96 598 860	78 058 263	78 010 450	60 731 794	60 716 645	36 692 098	
36. Portefeuille et participat. »	51 602 000	46 022 000	—	—	1 315 287	113 837	1 250 200	
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	15 842 886	16 933 048	5 573 082	5 662 832	6 558 341	5 909 482	2 986 648	
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . . »	1 987 330	2 038 630	—	—	16 542	—	35 812	
43. Autres recettes . . . . . »	540 341	491 783	38 270	38 047	24 844	18 537	38 220	
44. Intérêts débiteurs . . . . »	3 191 900	3 246 153	1 757 507	1 755 389	1 500 000	1 534 869	450 000	
45. Charges fiscales . . . . »	1 452 724	1 412 332	227 356	232 112	1 332 269	1 006 088	492 864	
46. Frais d'administration . . »	800 610	788 485	126 539	121 165	193 147	211 829	172 492	
47. Frais d'exploitation . . . »	1 327 731	1 370 528	379 726	457 663	355 240	291 943	395 345	
48. Achats d'énergie . . . . »	5 409 963	5 273 835	77 129	88 187	—	—	—	
49. Amortissements et réserves »	3 363 586	3 985 388	1 043 094	1 046 361	1 292 756	1 225 423	695 706	
50. Dividende . . . . . . »	2 680 000	3 216 000	2 000 000	2 000 000	1 800 000	1 500 000	—	
51. En % . . . . %	5	6	5	5	6	5	—	
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	104 248 481	103 629 496	—	—	60 731 794	60 716 645	—	
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	1)	—	—	—	4 234 553	3 105 751	—	
63. Valeur comptable . . . . »	—	—	—	—	56 497 241	57 610 894	—	
64. Soit en % des investissements	—	—	—	—	93,03	94,88	—	

1) Fonds de renouvellement:
fin 1935 fr. 28 884 212.
fin 1934 fr. 26 492 117.

Gesuch für eine Energieausfuhrbewilligung.

Die Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. in Zürich-Baden (NOK) stellen das Gesuch, es möchte ihnen die Bewilligung für die Ausfuhr von jährlich bis zu maximal 37 Millionen Kilowattstunden elektrischer Energie mit einer Leistung bis maximal 6000 Kilowatt an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.-G. in Karlsruhe (Badenwerk) zur Weitergabe an das Werk Rheinfelden (Baden) der Aluminium-Industrie A.-G. in Neuhausen erteilt werden. Die Energie soll über bestehende Leitungen abgegeben werden. Die Bewilligung wird für die Zeit vom Mai 1936 bis und mit September 1941, d. h. für eine Dauer von rund fünf Jahren, nachgesucht.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind beim Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft bis spätestens den 19. März 1936 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Energiebedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkt anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Energiebedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Miscellanea.

In memoriam.

Ernst Boder †. Wir glauben, unsern Nachruf auf den am 6. Februar infolge eines Schlaganfalles plötzlich verstorbenen Herrn Boder am besten dadurch einzuleiten, dass wir aus dem im «Oltner Tagblatt» vom 8. Februar erschienenen Bericht über die Verhandlungen des Gemeinderates von Olten folgenden Abschnitt wiedergeben:

«Der Vorsitzende, Herr Stadtammann Dr. H. Meyer, widmet Herrn *Ernst Boder*, Betriebsleiter der städtischen Elektrizitätsversorgung, dessen plötzliches Ableben die ganze Bevölkerung Oltens so überrascht hat, warme Worte der Anerkennung seiner der Stadt während 20 Jahren in vorbildlicher treuer Weise geleisteten Dienste. Der Rat erhebt sich zum Zeichen der Trauer um den allzufrühen Verlust dieses vortrefflichen Mitarbeiters, des treuen und dankbaren Gedenkens an sein Wesen und Wirken und der Anteilnahme am Schmerz der Familie von den Sitzen. Herr Boder ist Ende 1915 aus einer Reihe von 92 Bewerbern auf einstimmigen Vorschlag der Kommission an die Stelle des Betriebsleiters gewählt worden, nachdem die Gemeinde den Rückkauf des elektrischen Energieverteilungsnetzes beschlossen hatte. Er hat es in seiner ganzen Tätigkeit vorzüglich verstanden, als Vorbild in treuester und restloser Hingabe zu Arbeit und Pflicht seines Amtes, als Vorbild an rastlosem Fleiss und strengstem Verantwortlichkeitsbewusstsein der Gemeinde zu dienen. Als ausserordentlich tüchtiger Fachmann hat er der Gemeinde sehr grosse Dienste geleistet.»

Der Familie des Verstorbenen und seinen Freunden in erster Linie, und dann der gesamten Einwohnerschaft von Olten bedeutet dieser unerwartete Hinschied ein schmerzliches Erleben. Unter diesem Eindruck stehen auch wir, wenn wir auf Grund unserer persönlichen Erinnerung, mit Hilfe von Mitteilungen von befreundeter Seite und der in der Tagespresse erschienenen Nachrufe sowie vom Standpunkt des SEV und des VSE aus versuchen, mit einigen Worten die berufliche Entwicklung und das allgemeine Lebensbild des Dahingeschiedenen zu zeichnen.

Am 12. März 1881 in Dornach (Solothurn) als Sohn des Stationsvorstandes der damaligen Jura-Simplon-Bahn geboren, absolvierte Ernst Boder daselbst die Primarschule und in Therwil die Bezirksschule. Daraufhin erfolgte, von 1896 bis 1900, eine vierjährige Lehrzeit als Monteur bei der Elektrizitäts-Gesellschaft Alioth in Münchenstein bei Basel, an die sich bei derselben Firma eine weitere bis zum Jahre 1909 dauernde Tätigkeit als Monteur und Chefmonteur sowie als Betriebsleiter von elektrischen Kraftwerken, an deren Bau er mitgewirkt hatte, anschloss. Schon verheiratet, entschloss sich Boder im Jahre 1910 noch zum Besuch des Technikums

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.		Janvier 1935	Janvier 1936
1.	Importations . . . (en 10^6 frs)	93,7	87,4
	(janvier-décembre)	(1283,8)	—
	Exportations . . . (en 10^6 frs)	60,7	53,7
	(janvier-décembre)	(822,1)	—
2.	Marché du travail: demandes de places	110283	124008
3.	Index du coût de la vie (Juillet 1914 = 100)	128	130
	Index du commerce de gros (Juillet 1914 = 100)	88	91
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)		
	Eclairage électrique cts/kWh (Juin 1914 = 100)	43 (87)	38 (76)
	Gaz cts/m³ (Juin 1914 = 100)	27 (126)	27 (126)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg (Juin 1914 = 100)	6,17 (126)	6,10 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .	263	201
	(janvier-décembre)	(4847)	—
5.	Taux d'escompte officiel . %	2	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation 10^6 frs	1334	1275
	Autres engagements à vue 10^6 frs	592	405
	Encaisse or et devises or 10^6 frs	1840	1402
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %	95,56	83,43
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)		
	Obligations	109	94
	Actions	114	103
	Actions industrielles . . .	160	169
8.	Faillites	74	87
	(janvier-décembre)	(947)	—
	Concordats	27	27
	(janvier-décembre)	(396)	—
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)	29,9	25,8
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF	Pour le 3me trimestre 1934	Pour le 3me trimestre 1935
	Marchandises (en 1000 frs)	57 425	52 613
	(janvier-octobre)	(161 570)	(146 664)
	Voyageurs (en 1000 frs)	65 193	62 354
	(janvier-octobre)	(172 097)	(161 089)

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Févr.	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	40/10/0	39/0/0	30/10/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	207/15/0	210/0/0	229/0/0
Zinc	Lst./1016 kg	15/6/3	14/2/0	11/16/3
Plomb	Lst./1016 kg	16/8/9	15/0/0	10/5/0
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	35.70	35.70	35.20
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	32.—	32.—	32.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	51.—	51.—	52.50
Briquettes (Union) .	fr. s./t	36.50	36.50	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	75.—	75.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	136.50
Caoutchouc brut . .	d/lb	$7^7/_{16}$	—	$6^1/_2$

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Burgdorf, das er nach zweijährigem Studium nach wohlbestandener Diplomprüfung verlassen konnte.

Von 1912 bis 1916 sehen wir den diplomierten Elektrotechniker in Stellung bei den Eisen- und Stahlwerken vormals Georg Fischer in Schaffhausen und sodann vom Frühjahr 1916 an im Dienste der Stadtgemeinde Olten. Seine grossen Verdienste um die Entwicklung der Oltener Elektrizitätsversorgung und seine hervorragenden persönlichen Eigenschaften, die ihn gerade für diese öffentliche Stellung als wohl geeignet erscheinen liessen, sind, wie eingangs erwähnt, im Gemeinderat von Olten und bei Anlass der am 8. Februar stattgehabten Kremationsfeier besonders gewürdigt worden. Auch vom Standpunkt des SEV aus, dessen Einzelmitglied der Verstorbene im Jahre 1924 geworden, und von demjenigen des VSE aus auf Grund des 20jährigen Wirkens als Leiter der Elektrizitätsversorgung von Olten haben wir Herrn Boder kennen und schätzen gelernt. Mit regem Interesse und immer zu Diensten bereit, verfolgte er die Bestrebungen unserer beiden Verbände, und es entsprach seinem zuvorkommenden Wesen, dem Generalsekretariat des SEV und VSE, wenn man je an ihn gelangte, gefällig zu sein. Das Bulletin verdankt ihm einige interessante Aufsätze über Fragen des Elektrizitätswerksbetriebes.



Ernst Boder
1881—1936

Besondere Wertschätzung und Hochachtung bewahrt man Herrn Boder in Olten dafür, das er neben der Hingabe für Familie und Beruf sich auch idealen Bestrebungen widmete. Der von ihm im Jahre 1919 gegründeten Sektion Olten des Schweiz. Technikerverbandes liess er stets seine Förderung angedeihen.

Mit dem Hinschied von Ernst Boder hat ein aus einfachen Verhältnissen heraus sich entwickelndes, in seiner Art reiches Leben einen nach menschlichem Ermessen für seine Familie und die von ihm erfüllte berufliche Stellung sowie für seine Freunde und Berufskollegen einen zu frühen Abschluss gefunden. Möge die Familie in der hohen Anerkennung, die man dem Verstorbenen entgegenbringt und die ihm namentlich auch der SEV und der VSE zollen, ihren Trost finden. Das beste Andenken bleibt ihm auch von unserer Seite gesichert. *F. L.*

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, **des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.**

Nécrologie.

Le 16 février est décédé à Zurich, à l'âge de 52 ans, après une courte maladie, Monsieur *John Weissenbach*, ingénieur, membre de l'ASE depuis 1933. Monsieur Weissenbach fut pendant de longues années employé aux Ateliers de Construction Oerlikon où, grâce à ses relations avec l'industrie britannique, il traitait les affaires avec la Grande-Bretagne.

Nous présentons nos plus sincères condoléances à la famille en deuil ainsi qu'aux Ateliers de Construction Oerlikon.

Assemblée de discussion de l'ASE.

Avis.

Si possible déjà le 28 mars ou le 18 avril aura lieu à Zurich une assemblée de discussion de l'ASE sur un thème actuel de l'exploitation des chemins de fer, que l'on peut résumer de la sorte:

Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?

Nous invitons dès maintenant les membres de notre association à participer nombreux à cette assemblée intéressante et à préparer des interventions à la discussion. Les personnes qui comptent participer à la discussion sont priées de nous le faire savoir, afin qu'on puisse l'ordonner.

Examens de maîtrise de l'UCS et de l'USIE.

Conformément à la publication au Bulletin ASE 1935, No. 26, p. 774, la première série d'examen de maîtrise pour installateurs-électriciens a eu lieu du 11 au 13 février à Berne. A cet effet, la direction de l'Ecole des Métiers de la Ville de Berne a mis très aimablement à disposition de la commission d'experts les locaux nécessaires très appropriés.

Les candidats ont dû fournir un travail intense pour arriver au bout du programme dans le temps prescrit. Les experts se sont efforcés, comme il a été dit en son temps au Bulletin, d'examiner les candidats au point de vue de leurs capacités de disposition et de la manière dont ils saisissent les problèmes posés. Le programme entier a prouvé que le titre d'«installateur-électricien diplômé» n'est pas une sinécure, mais bien une distinction.

Seize candidats se sont présentés à l'examen; parmi eux, outre des monteurs ou chefs-monteurs, aussi des anciens élèves d'écoles techniques moyennes ou supérieures. Quelques-uns se sont aussi présentés, qui étaient déjà en possession d'une concession et qui ont donc malgré cela tenu à faire la maîtrise. Le fait que quatorze candidats ont réussi l'examen est en soi réjouissant et témoigne de la qualité de ceux qui se sont présentés. Les noms de ces titulaires du diplôme de maîtrise et de ceux à venir sont publiés par l'Office fédéral de l'industrie, des métiers et du travail qui les inscrit en outre dans un registre que, selon l'art. 49 de la loi fédérale sur la formation professionnelle, chacun peut consulter.

Les dossiers des examens sont conservés par le secrétariat de l'USIE à Zurich, qui les tient à disposition des centrales qui pourraient en avoir besoin pour juger d'une demande de concession, ainsi que des candidats eux-mêmes.

On prévoit de faire une nouvelle série d'examens de maîtrise au cours de l'été. Les intéressés qui comptent se présenter à l'examen sont priés d'observer les publications qui se feront en temps utile. Ils peuvent aussi s'annoncer déjà avant ces publications au secrétariat de l'USIE.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année — No 6 — Vendredi, 20 Mars 1936

Résultats des mesures effectuées au cours des orages de 1934/35.[1])

Par *K. Berger*, Zurich.

621.316.93

Faisant suite aux articles publiés les années précédentes, ce rapport indique les résultats des mesures effectuées au cours des orages en 1934 et 1935, à la demande de la KOK, sur une ligne moderne à très haute tension. Les mesures des surtensions à l'aide d'oscillographes cathodiques ont été complétées par des mesures de la grandeur et de la vitesse de variation des courants engendrés par la foudre dans les pylônes atteints par les décharges atmosphériques. Les bases de la protection contre les surtensions ont pu être ainsi confirmées à plusieurs points de vue, surtout à celui des exigences auxquelles doivent satisfaire les appareils de protection contre les surtensions, des prises de terre des pylônes de lignes à haute tension, et des contraintes par choc que subissent les isolateurs de lignes aériennes lors des décharges atmosphériques. A côté, l'auteur a mis au point une méthode permettant de déterminer l'endroit avarié des lignes à haute tension; il démontre qu'on peut l'appliquer en principe. Enfin, on a mesuré pour la première fois les vitesses de variation du courant engendré par la foudre dans les objets atteints, dont on a déduit des règles pour le dimensionnement et la disposition des paratonnerres de bâtiments.

Als Fortsetzung der in den Vorjahren veröffentlichten Aufsätze wird über die im Auftrag der KOK in den Jahren 1934 und 1935 an einer modernen Höchstspannungsleitung gewonnenen Resultate der Gewitterforschung berichtet. Die Messungen der Ueberspannungen mit Kathodenstrahl-Oszillographen sind ergänzt worden durch Messungen der Grösse und Aenderungsgeschwindigkeit der Blitzströme in den vom Einschlag betroffenen Masten. Die Grundlagen des Ueberspannungsschutzes konnten dadurch in mehrfacher Hinsicht gefestigt werden, nämlich bezüglich der an Ueberspannungsableiter zu stellenden Anforderungen, bezüglich der Masterdungen von Hochspannungsleitungen und bezüglich der Stossbeanspruchung von Freileitungsisolatoren bei Blitzeinschlag. Als Nebenprodukt ergab sich eine Methode der Fehlerortsbestimmung auf Hochspannungsleitungen, deren prinzipielle Brauchbarkeit im Aufsatz erwiesen wird. Ferner lassen sich aus den erstmals gemessenen Aenderungsgeschwindigkeiten des Blitzstromes in den vom Einschlag betroffenen Objekten Bemessungsregeln für die Anordnung der Gebäude-Blitzableiter entnehmen.

I. Description des lignes observées.

Pour la mesure des surtensions d'origine atmosphérique, on a disposé en 1934 et 1935 des deux lignes suivantes:

a) La ligne à très haute tension qui traverse le massif du Gothard. Cette ligne transporte pour l'instant du *courant triphasé à 150 kV*, mais les pylônes sont toutefois prévus pour un service à 300 kV au moins. Dans ce qui suit, on la désignera par «*ligne du Gothard*». Elle part de la centrale de Piottino à Lavorgo [2]) et aboutit par-dessus les Alpes au poste de couplage d'Amsteg.

Construite en 1932 par la S. A. Motor-Columbus, cette ligne est du type le plus moderne de ligne en haute montagne [3]). Les trois conducteurs câblés sont disposés sur un plan horizontal, pour tenir compte des oscillations dues aux charges de glace et de neige. L'écartement normal entre deux conducteurs est de 9 m. Afin d'assurer une sécurité de service aussi élevée que possible en temps d'orage, la mise à la terre de tous les pylônes a été faite avec beaucoup de soin. Toutefois, du fait qu'un grand nombre de pylônes sont fixés directement dans le roc (gneiss et granit), il n'a pas toujours été possible de réaliser une prise de terre à faible résistance. En vue d'améliorer la mise à la terre, un tronçon particulièrement exposé à la foudre a été équipé dès le début d'un câble enfoui dans le sol («contrepoids»), de 760 m, reliant d'une façon continue les pieds des pylônes 15 à 18. Toute la ligne est munie en outre de deux câbles de terre. Afin de tenir compte de la contrainte mécanique considérable à laquelle est soumise une ligne en haute montagne, l'isolement est constitué par des chaînes d'isolateurs Motor. Les chaînes normales comportent 4 éléments, celles des tronçons dont la terre est mauvaise comportent par contre 6 éléments en série. Toutes les chaînes sont munies d'armatures pare-arcs. Pour obtenir dès le service actuel à 150 kV le même écartement entre conducteurs et câbles de terre que celui prévu par la suite pour le service à tension plus élevée, les chaînes des pylônes d'alignement ont été suspendues à des barres de fer dont la longueur correspond à celle des isolateurs qui seront ajoutés ultérieurement.

Les figures 1 et 2 montrent deux types de pylônes caractéristiques.

Le tableau I indique l'ordre de grandeur des résistances de la prise de terre des pylônes, mesurées de la manière habituelle à l'aide d'un pont Norma, lors de la construction de la ligne en août et septembre 1932.

---

[1]) Voir les rapports pour 1930, Bull. ASE 1931, p. 421; 1931, Bull. ASE 1932, p. 289; 1932/33, Bull. ASE 1934, p. 213.

[2]) Bull. ASE 1932, p. 661.

[3]) Voir p. ex. la brochure de la S.A. Motor-Columbus, à Baden, et également Bull. ASE 1932, p. 672.

Tableau I.

Résistance de la prise de terre d'un pylône	<10 Ω	10 à 19 Ω	20 à 39 Ω	40 à 100 Ω	>100 Ω
Nombre de pylônes .	62	52	42	9	2

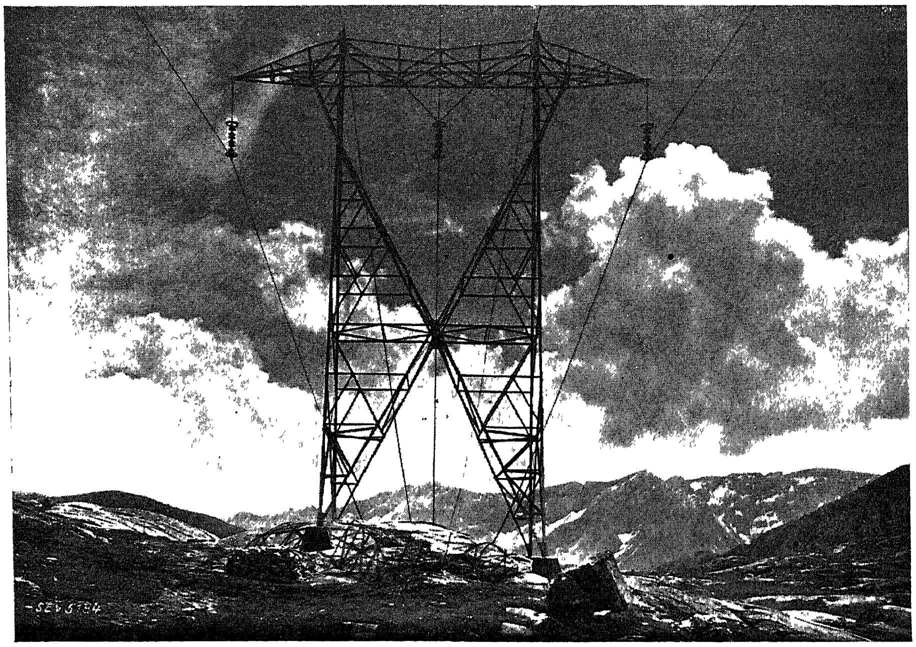


Fig. 1.
Pylône d'alignement de la ligne du Gothard à 150 kV, avec chaînes de suspension à 4 isolateurs.

Vu le caractère extrêmement montagneux de la région traversée, ces prises de terre peuvent être considérée comme excellentes.

A son extrémité sud, la ligne du Gothard est prolongée par une ligne double d'environ 8,2 km jusqu'à Bodio, où elle est alimentée exceptionnellement par un transformateur de 15 000 kVA. Au nord, dans le poste de couplage d'Amsteg, un groupe transformateur-générateur de 13 000 kVA est raccordé passagèrement à la ligne du Gothard par une dérivation de quelques 100 m. Depuis Amsteg, la ligne se dirige vers la sous-station de Rathausen distante de 57,7 km, en empruntant les pylônes communs à 4 lignes monophasées étrangères à 66 kV avec trois conducteurs. La ligne bifurque ensuite en deux branches à 150 kV, l'une allant vers Bickigen, l'autre vers Siebnen. Durant la période d'observation, seule la ligne de Siebnen était enclenchée et ceci d'une façon intermittente. La majeure partie de l'énergie est transformée à Rathausen à 50 kV; les perturbations atmosphériques en aval de ce transformateur sont donc sans effet pour les surtensions dans la ligne à 150 kV, comme on a pu le constater nettement. Il est donc inutile de décrire le reste du réseau.

Le schéma de la ligne du Gothard est représenté sur la figure 3, avec indication des longueurs des lignes et des puissances des transformateurs.

b) La seconde ligne d'essai est *une ligne à 80 kV* allant de Lavorgo par Bodio à la frontière italienne (Ponte Tresa) vers la sous-station italienne de Veveri. Cette ligne sera désignée dans la suite par «*ligne sud*».

Le tronçon Lavorgo-Bodio occupe les mêmes pylônes que le prolongement de la ligne du Gothard à 150 kV et il est également isolé pour une tension de service de 150 kV (chaînes à 4 isolateurs Motor pour les pylônes d'alignement et chaînes à 5 isolateurs pour les pylônes d'arrêt). La partie princi-

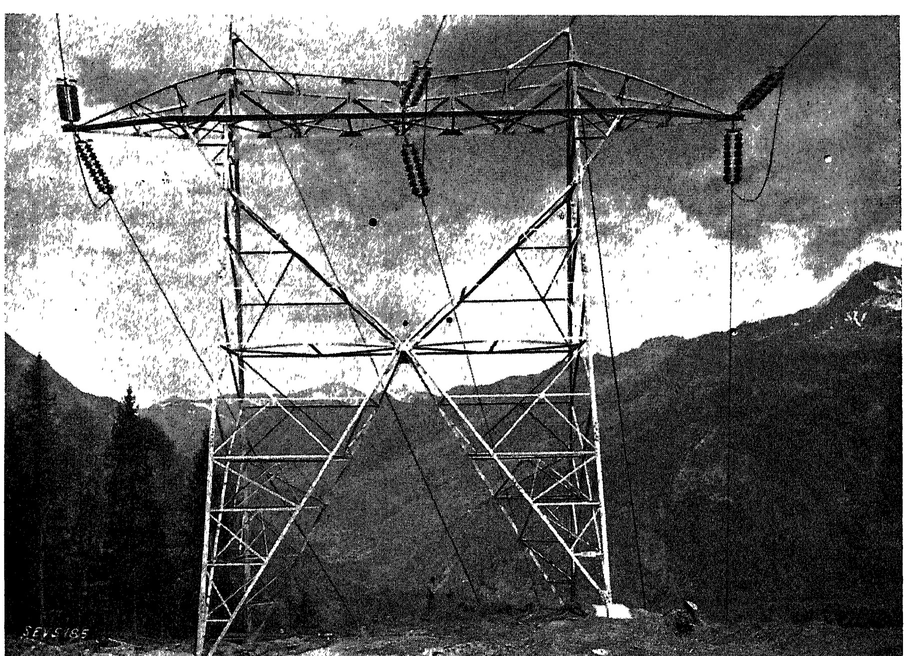


Fig. 2.
Pylône d'angle et d'arrêt de la ligne du Gothard à 150 kV, avec doubles chaînes de suspension à 6 isolateurs.

pale de la ligne sud à 80 kV (Bodio-Veveri) est de construction plus ancienne; elle est isolée par des chaînes à 6 éléments OB (Bodio-Castione), à 3 éléments «Motor» (Reazzino-Rivera) et à 2 isolateurs

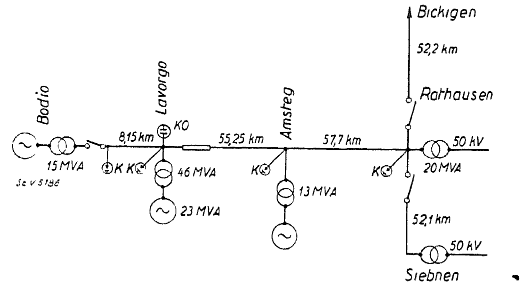


Fig. 3.
Schéma de principe du réseau observé à 150 kV.
K Postes de klydonographes.
KO Poste des oscillographes cathodiques.
▭ Tronçon équipé d'un câble de sol.

«Motor» sur le reste du tronçon suisse de la ligne. Elle n'est pas munie d'armatures pare-arcs, mais d'un câble de terre.

Le schéma de cette ligne sud à 80 kV est représenté sur la figure 4, où sont indiquées les longueurs

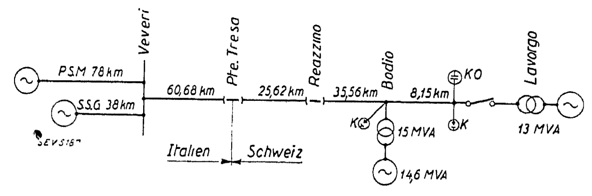


Fig. 4.
Schéma de principe du réseau observé à 80 kV.
K Postes des klydonographes.
KO Poste des oscillographes cathodiques.

des lignes et les puissances des transformateurs. A Lavorgo, la ligne était toujours ouverte lors des essais au cours des orages, car le transformateur installé sert uniquement de réserve.

II. Description des dispositifs de mesure.

a) Dispositifs de mesure de la ligne du Gothard.

Pour étudier les effets de la foudre, on a utilisé les dispositifs de mesure suivants:

1° L'oscillographe cathodique tripolaire de l'ASE, logé comme les années précédentes dans un wagon de chemin de fer [4]);

2° Un klydonographe dans chacune des stations de Bodio, Lavorgo, Amsteg et Rathausen;

3° Des barrettes d'acier pour mesurer la valeur maximum des courants engendrés par la foudre, conformément au système préconisé par la Société allemande d'étude des installations à très hautes tensions;

4° Des dispositifs pour mesurer la raideur maximum $(di/dt)_{max}$ des courants engendrés par la foudre dans les pylônes.

1° L'oscillographe cathodique (OC) est celui qui a été utilisé les années précédentes. Toutefois, les tubes de décharge ont été transformés pour les rendre plus robustes. En évitant l'emploi de tubes en verre ou en porcelaine, on est arrivé à pouvoir maintenir les oscillographes entièrement montés (et

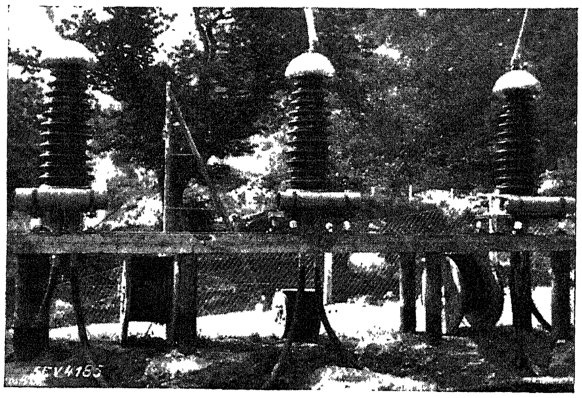


Fig. 5.
Vue des trois diviseurs de tension à 150 kV à Lavorgo.

par conséquent sous vide) même pendant les trajets en chemin de fer. En outre, la durée de la cathode a été accrue d'environ 12 fois.

Les diviseurs de tension étaient comme autrefois des diviseurs combinés selon Gábor [5]). La partie haute tension est constituée par une résistance en mannite (env. 11 000 Ω) et un câble à huile d'env. 25 m avec boîte d'extrémité pour 150 kV [6]); la partie basse tension comporte un condensateur au papier imprégné et une résistance métallique. Le câble de retardement interposé est un câble spécial sous plomb de 300 m.

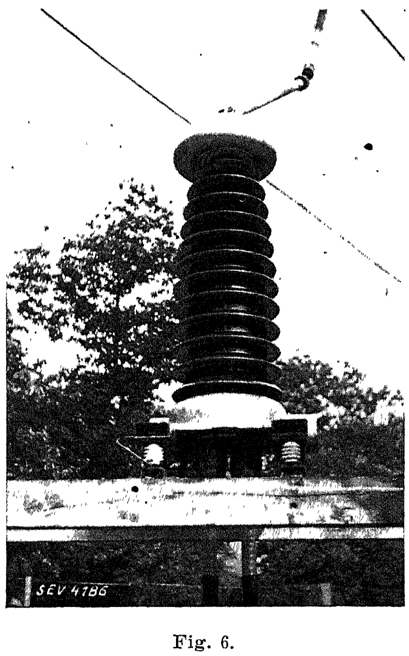


Fig. 6.
Vue d'une boîte d'extrémité de câble à 150 kV à Lavorgo, avec résistance de mannite raccordée (en haut).

4) Bull. ASE 1934, p. 214.

5) Bull. ASE 1933, p. 330.

6) P. E. Schneeberger: Bull. ASE 1934, p. 341.

Les figures 5 et 6 montrent la partie haute tension du diviseur de tension à 150 kV, dont le câble à huile a été obligeamment prêté par les Câbleries de Brougg S. A. et monté par leurs soins.

2° Les *klydonographes* sont raccordés à la ligne à 150 kV à l'aide de diviseurs de tension capacitifs spéciaux, afin d'éviter tout phénomène d'effluve, même lors d'une surtension. Dans ce but, on a adopté des électrodes constituées par des tores en

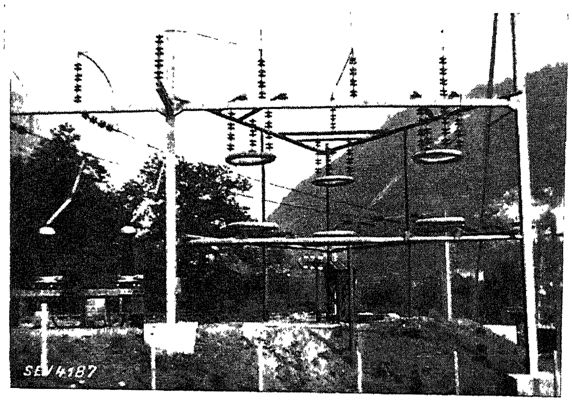


Fig. 7.
Poste de klydonographes pour 150 kV à Lavorgo.
(On aperçoit à gauche les diviseurs de tension pour l'OC.)

tôle d'environ 1700 mm de diamètre et de 200 mm d'épaisseur.

Les diviseurs de tension pour les klydonographes sont nettement visibles sur les figures 7 et 8, ainsi que la caisse en bois renfermant les klydonographes.

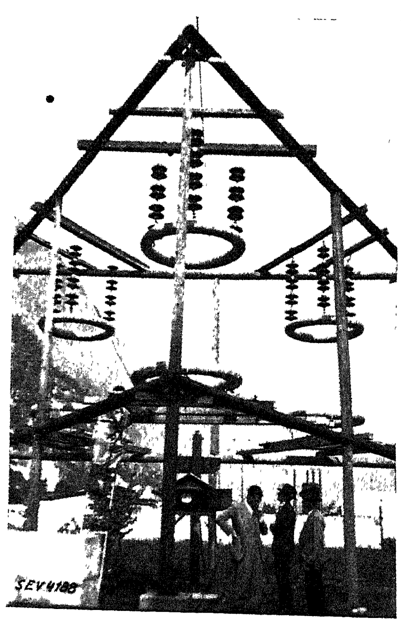


Fig. 8.
Poste de klydonographes pour 150 kV à Bodio.

Pour les mesures à 80 kV, les diviseurs de tension sont constitués par des tores un peu plus petits, en tuyau à gaz.

3° Pour la description des *barrettes d'acier* destinées à mesurer les valeurs maxima des courants engendrés par la foudre, on peut consulter les travaux allemands [7]). La méthode est due à Töpler, qui a déjà calculé il y a environ 30 ans la valeur maximum du courant dû à la foudre en se basant sur l'intensité de magnétisation que subit par exemple le basalte sous l'effet de décharges atmosphériques. Cette méthode a été mise au point par la Société allemande d'étude des installations à très hautes tensions, qui, par une subdivision suffisamment fine de la barrette d'acier chromé, a obtenu que la magnétisation du faisceau de fils par le bref courant magnétisant (engendré par la foudre) soit pratiquement identique à celle due au courant continu. Pour déceler approximativement les maxima du courant dû à la foudre, cette méthode s'est avérée plus simple et meilleur marché que la méthode

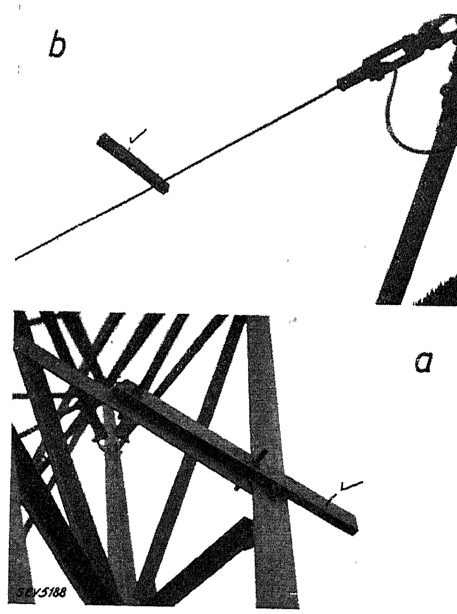


Fig. 9.
a Fixation d'une barrette d'acier pour mesurer le courant engendré par la foudre dans le pylône.
b Fixation d'une barrette d'acier pour mesurer le courant engendré par la foudre dans le câble de terre.

de l'éclateur avec prise de terre auxiliaire [8]) utilisée par nous depuis 1931, car elle n'exige pas de prise de terre auxiliaire. Cette méthode est devenue très utile pour déterminer la valeur approximative du courant dû à la foudre, bien qu'elle présente malheureusement le désavantage de ne plus permettre d'observations concluantes en cas de décharges atmosphériques répétées. Durant les périodes orageuses de 1934 et 1935, 100 pylônes de la ligne du Gothard ont été munis au total de 400, resp. 600 barrettes d'acier, dont une partie a servi à la mesure du courant s'écoulant à la terre et l'autre à celle du courant dans les câbles de terre. La figure 9a montre la disposition d'une barrette contre un pylône, la figure 9b la fixation à un câble de terre.

[7]) Grünewald, ETZ 1934, p. 505. ATM V 327—2 (déc. 1935).

[8]) Bull. ASE 1934, p. 227.

4° Des dispositifs ont été utilisés pour mesurer la vitesse maximum d'accroissement du courant dû à la foudre dans les pylônes affectés par les décharges. Cette valeur est intéressante à trois points de vue: Elle détermine en premier lieu le genre de prise de terre des pylônes le mieux approprié à la protection contre les décharges atmosphériques, car une prise de terre excellente pour le courant continu, ne l'est pas nécessairement pour les courants de choc.

En second lieu, la raideur maximum du courant dû à la foudre multipliée par la résistance de la prise de terre du pylône (valeur de choc) donne la raideur maximum de la tension de choc aux isolateurs de la ligne. La connaissance de cette raideur maximum de la tension de choc qui se présente pratiquement lors de décharges atmosphériques est

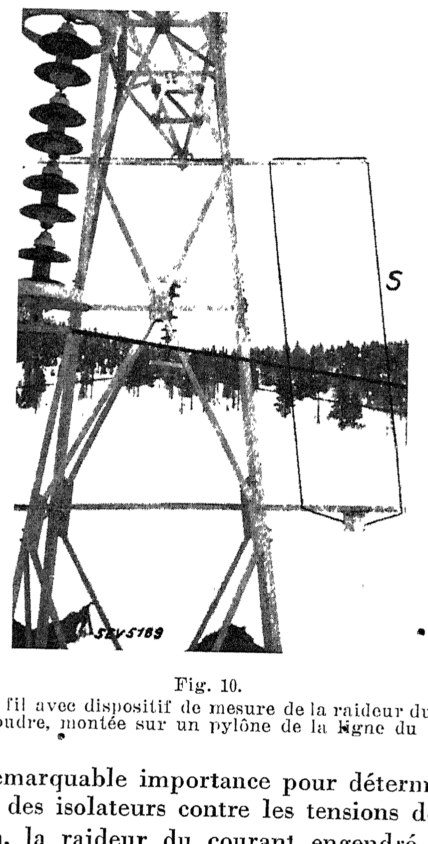


Fig. 10.
Boucle de fil avec dispositif de mesure de la raideur du courant dû à la foudre, montée sur un pylône de la ligne du Gothard.

d'une remarquable importance pour déterminer la sécurité des isolateurs contre les tensions de choc.

Enfin, la raideur du courant engendré par la foudre dans les pylônes intéresse directement la valeur des tensions induites magnétiquement dans les conducteurs câblés [9]).

La méthode mise au point dans ce but consiste à relever la tension induite par le courant dû à la foudre dans une boucle de fil adossée au pylône, sous forme de figures de Lichtenberg enregistrées par deux éclateurs à pointe et plaque blindés, branchés en parallèle et dirigés en sens inverses. La figure 10 montre la disposition de la boucle induite montée contre un pylône de la ligne du Gothard, ainsi que le petit coffret situé au-dessous et renfermant le dispositif de mesure de la raideur. En 1934 et 1935, la ligne du Gothard possédait 50 dispositifs de ce genre; 130 autres étaient répartis sur d'autres lignes. La figure 11 montre la position des dis-

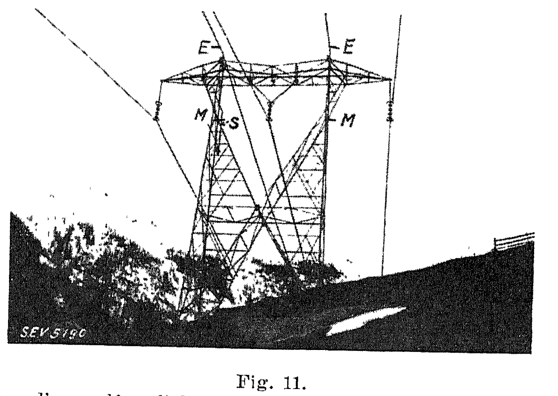


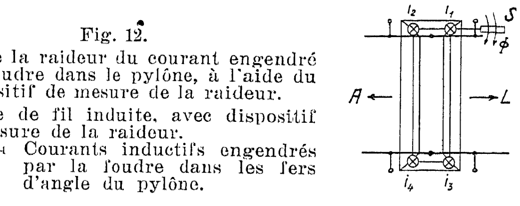
Fig. 11.
Vue d'un pylône d'alignement équipé de barrettes en acier et de dispositifs de mesure de la raideur.
E Barrettes d'acier pour la mesure du courant engendré par la foudre dans les câbles de terre.
M Barrettes d'acier pour la mesure du courant engendré par la foudre dans les deux montants du pylône.
S Boucle de fil avec dispositif de mesure de la raideur.

positifs de mesure du courant engendré par la foudre dans un pylône.

La tension E_0 induite dans la boucle S (voir fig. 12) est donnée par l'équation fondamentale suivante, en partant des courants dans le pylône:

$$E_0 = \sum_K M_K \frac{\partial i_K}{\partial t} = M_1 \frac{\partial i_1}{\partial t} + M_2 \frac{\partial i_2}{\partial t} + M_3 \frac{\partial i_3}{\partial t} + M_4 \frac{\partial i_4}{\partial t}$$

où M_K désigne les inductivités mutuelles des trajets de courant dans le fer du pylône et de la boucle S, i_K les courants inductifs dans le fer du pylône. Pour



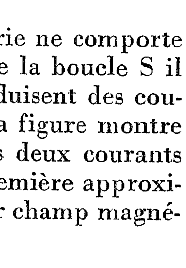


Fig. 12.
Calcul de la raideur du courant engendré par la foudre dans le pylône, à l'aide du dispositif de mesure de la raideur.
S Boucle de fil induite, avec dispositif de mesure de la raideur.
i_1, i_2, i_3, i_4 Courants inductifs engendrés par la foudre dans les fers d'angle du pylône.

le cas de la ligne du Gothard, la série ne comporte que 4 membres, car à la hauteur de la boucle S il n'y a que les 4 fers d'angle qui conduisent des courants en sens vertical. Le plan de la figure montre en outre que l'effet d'induction des deux courants i_3 et i_4 sur S peut être négligé en première approximation par rapport à i_1 et i_2, car leur champ magné-

[9]) V. Aigner, Surtensions induites par la foudre et leur relation avec le claquage en retour. ETZ 1935, p. 497.

tique ne traverse la boucle qu'en très faible partie. On obtient ainsi la formule approchée:

$$E_0 \simeq M_1 \frac{\partial i_1}{\partial t} + M_2 \frac{\partial i_2}{\partial t}$$

Du fait du faible écartement des deux fers d'angle 1 et 2 et des nombreuses liaisons transversales au-dessus de la section intéressant la boucle S, et d'autre part du fait que la répartition du courant engendré dans la section du pylône par la décharge atmosphérique a lieu non pas surtout selon les résistances ohmiques des liaisons par vis, mais bien plus selon les caractéristiques inductives et capacitives du trajet du courant (par suite du caractère de choc de la décharge atmosphérique), on ne commet donc pas une grande erreur en posant $i_1 = i_2$ et

$$E_0 \simeq [M_1 + M_2] \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{i_1 + i_2}{2}\right) =$$

$$l \cdot \ln \left(\frac{b \cdot d}{a \cdot c}\right) \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\partial}{\partial t} (i_1 + i_2)$$

où l est la longueur en cm des côtés de la boucle parallèles aux fers d'angle du pylône, a et c sont les distances du côté le plus rapproché, b et d celles de l'autre côté de la boucle par rapport aux fers d'angle 1 et 2.

Pour les pylônes de la ligne du Gothard, on obtient ainsi le rapport numérique moyen:

$$E_0 \simeq 330 \cdot \ln \left(\frac{144 \cdot 376}{44 \cdot 276}\right) \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\partial}{\partial t} (i_1 + i_2)$$

$$\text{ou} \quad \frac{\partial}{\partial t} (i_1 + i_2)_{\max} \simeq 2{,}05 \ E_0$$

La décharge atmosphérique provoque également dans les fers d'angle 3 et 4 des courants qui sont du même ordre de grandeur que ceux dans les fers d'angle 1 et 2, du fait des nombreuses liaisons transversales en-dessus et en-dessous de la boucle de mesure. On obtient par conséquent une estimation de la raideur du courant total i_M engendré dans le pylône par la décharge atmosphérique en doublant les valeurs:

$$\frac{\partial}{\partial t} (i_1 + i_2 + i_3 + i_4)_{\max} \equiv \left(\frac{\partial i_M}{\partial t}\right)_{\max} \cong 4{,}1 \ E_0$$

Il y a lieu de remarquer en outre que le calcul de la raideur du courant dû à la foudre donne des résultats plus exacts quand il s'agit de sections de pylônes plus simples et plus ramassées, que dans le cas des pylônes extrêmement grands utilisés sur la ligne du Gothard en haute montagne. En considérant la grandeur de la figure de Lichtenberg, on a donc une dimension directe pour la raideur du courant engendré dans le pylône par la foudre. Afin d'obtenir exactement la même sensibilité des dispositifs de mesure de la raideur pour les vitesses d'accroissement du courant positives et négatives, chaque appareil comporte deux éléments de mesure identiques branchés en parallèle en positions opposées.

Les figures de Lichtenberg qui proviennent de chocs de tension se succédant à de brefs intervalles peuvent se distinguer nettement les unes des autres par suite des croisements des branches des arcs. Il est donc possible de reconnaître les décharges multiples en considérant les diverses figures. A ce point de vue, cette méthode est donc plus avantageuse que celle des barrettes d'acier qui permettent de constater la valeur *maximum* du courant. Par contre, ces dispositifs de mesure de la raideur ne permettent pas de constater immédiatement (sans avoir préalablement développé la pellicule photographique insérée) si une figure s'est formée ou non, c'est-à-dire si une décharge atmosphérique s'est présentée ou non. La méthode des barrettes d'acier pour la mesure du maximum de courant et la méthode des dispositifs de mesure de la raideur maximum se complètent donc. Lors des contrôles des barrettes d'acier à la boussole sur la ligne du Gothard, on a toujours remplacé et examiné non seulement les barrettes magnétisées, mais également les dispositifs de mesure de la raideur prévus sur les pylônes.

III. Fréquence des surtensions atmosphériques à un point donné du réseau.

Les valeurs maxima des surtensions mesurées à l'oscillographe cathodique durant les périodes d'orages en 1934 et 1935 sont représentées graphiquement sur la figure 13. On entend dans ce cas par surtension la brève variation de la tension d'une phase contre la terre, qui paraît être superposée à la tension alternative momentanée de cette phase, c'est-à-dire la variation de tension provoquée par la foudre est superposée à la tension de service momentanée. L'addition de ces surtensions mesurées et de l'amplitude de la tension alternative de service donnerait donc une image trop défavorable de la contrainte totale, car la plupart des surtensions ne se présentent pas exactement à l'instant où la tension de service atteint sa valeur maximum, mais sont réparties selon une loi des probabilités sur toute la période de la tension alternative. En revanche, les courbes donnent une image directe de la fréquence des surtensions d'origine atmosphérique de diverses valeurs sur les lignes fortement isolées. L'abscisse représente l'amplitude en kV de la variation de tension mesurée; l'ordonnée indique le nombre des tensions mesurées, dont la valeur atteint ou dépasse celle d'abscisse.

En comparant les divers diagrammes, on constate que les surtensions sur le réseau à 150 kV ont été relativement peu nombreuses en été 1934. Ceci provient en premier lieu du fait que, dans la région du Gothard, l'été 1934 a été très peu orageux et que la ligne se trouvait hors service durant la seconde moitié de juillet, de sorte que les mesures n'ont pu avoir lieu que sur une partie de la ligne. D'autre part, on constate que les surtensions de moyenne valeur sont remarquablement nombreuses dans la ligne sud à 80 kV, durant l'été 1935, comparativement à la ligne du Gothard à 150 kV.

Ce phénomène s'explique par le fait que les surtensions dans la ligne à 80 kV ont été mesurées à une station de tête et qu'elles représentent par conséquent des surtensions réfléchies, tandis qu'au point de mesure de la ligne à 150 kV, celle-ci est traversante, de sorte que dans ce dernier cas on avait théoriquement mesuré directement les amplitudes

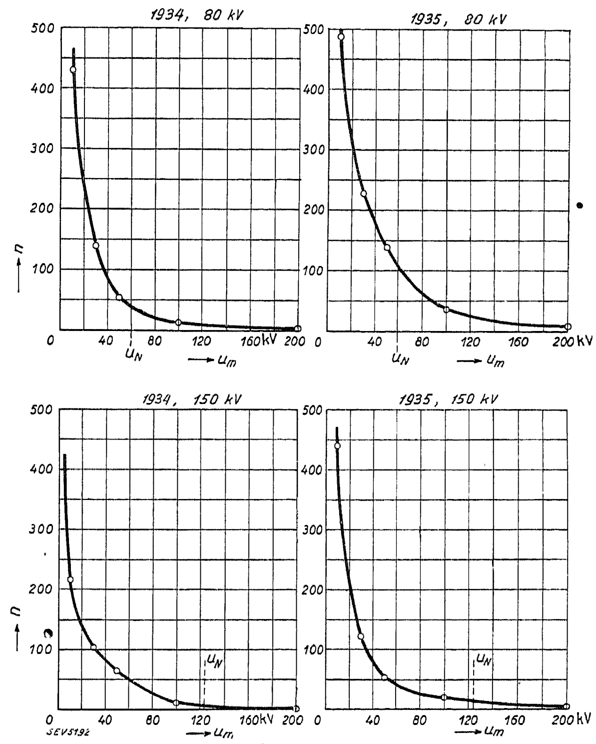


Fig. 13.

Diagrammes de la fréquence des surtensions atmosphériques de différentes valeurs, établis d'après les mesures faites à l'oscillographe cathodique de Lavorgo.

80 kV: station terminus; 150 kV: station de passage.

u_N Amplitude de la tension étoilée normale de service.

Abscisse u_m Valeur de la surtension due à la foudre et superposée à la tension alternative de service momentanée.

Ordonnée n Nombre des surtensions dont la valeur atteint ou dépasse la valeur d'abscisse.

des ondes incidentes. A vrai dire, cette différence est pratiquement supprimée, lorsque la durée des ondes dépasse le temps nécessaire au parcours des ondes de Lavorgo à Bodio et retour (env. 55 μs). Dans ce cas les ondes incidentes et les ondes réfléchies se superposent, même si le décalage est de 55 μs. Un exemple de ce genre sera décrit plus loin, au chapitre V, cas *a)*. Cela signifie que la distance jusqu'à l'extrémité de la ligne à 150 kV est déjà trop courte pour que l'on puisse considérer Lavorgo comme une station purement traversante. Par contre, la durée des surtensions *élevées* est généralement trop brève pour que la superposition d'une onde d'aller et retour ait encore une importance pratique (voir chapitre V, cas *a)*, de sorte que la queue de ligne Lavorgo-Bodio constitue une protection efficace pour Lavorgo.

En comparant les diagrammes de fréquence avec ceux des années précédentes [10]), on constate que les surtensions atmosphériques de valeurs moyennes sont plus fréquentes dans la ligne du Gothard et dans la ligne sud, que dans le cas de la ligne à 80 kV observée précédemment; les observations s'étendaient dans les deux cas sur une période de deux années.

Les surtensions mesurées à l'aide des *klydonographes* sont relevées sur les figures 14 et 15 sous forme de diagrammes de fréquence, ceci pour les centrales de Lavorgo et de Bodio, les enregistrements ayant eu lieu à ces deux endroits pour 80 et 150 kV. L'exactitude de ces diagrammes est sensiblement moindre que celle des diagrammes obtenus par les mesures à l'oscillographe cathodique (fig. 13). Ainsi, on a constaté que dans un certain cas le klydonographe a indiqué des surtensions de 5 à 7 fois la tension normale, tandis que l'oscillographe cathodique indiquait comme amplitude de la surtension une valeur qui n'atteignait que 3 fois la tension normale. Le rôle des klydonographes semble donc devoir se borner à enregistrer la fréquence approximative des surtensions. Pour les mesures quantitatives, on ne doit l'utiliser qu'avec une

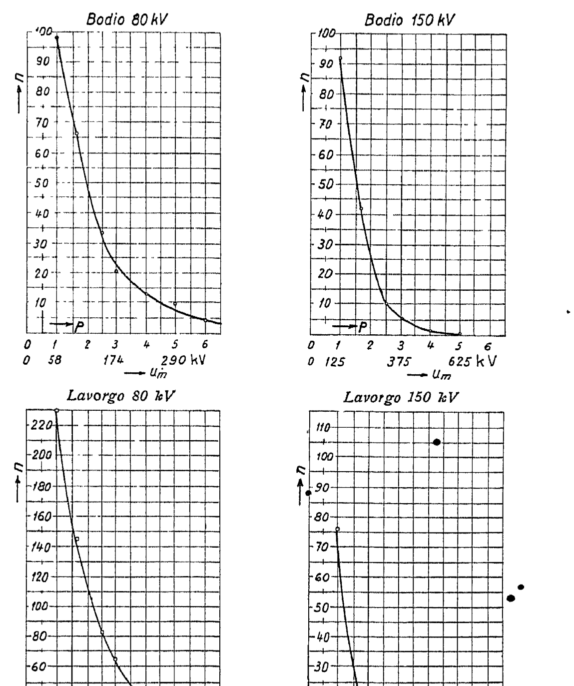


Fig. 14.

Diagrammes de la fréquence des surtensions de différentes valeurs d'origines diverses, établis d'après les mesures faites à l'aide de klydonographes, à Lavorgo et Bodio, en 1934.

Abscisse u_m Valeur de la surtension contre la terre, valeur absolue en kV et en multiples de la tension étoilée en service normal (p).

Ordonnée n Nombre des surtensions dont la valeur atteint ou dépasse la valeur d'abscisse.

grande circonspection; en particulier, les surtensions *très élevées* indiquées par les klydonographes sont de fausses mesures, tout au moins en grande partie.

Les diagrammes montrent distinctement la grande fréquence de faibles et moyennes surtensions jusqu'à env. 70 kV d'amplitude. La plupart des

lignes aériennes modernes sont heureusement isolées de façon à pouvoir supporter de telles tensions par à-coup, comme l'ont montré les mesures de chocs aux isolateurs de lignes aériennes. On remarque

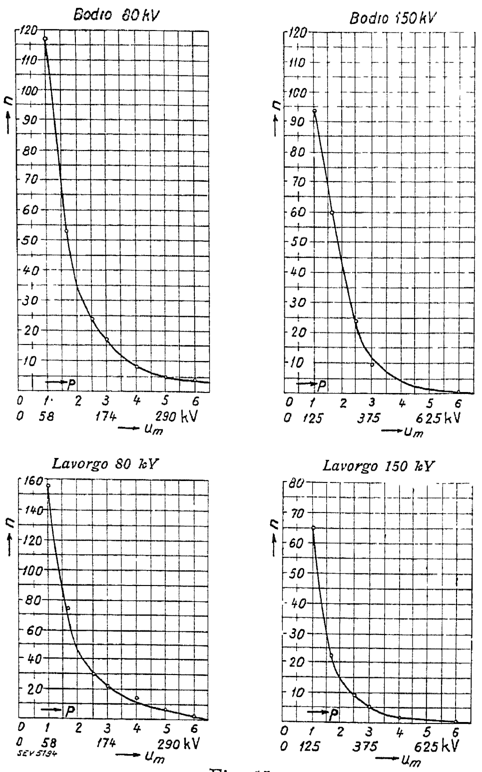


Fig. 15.
Comme figure 14, mais pour l'année 1935.

également que les diagrammes présentent un coude très brusque de 80 à 120 kV. Les tensions d'amplitude supérieure à env. 200 kV sont relativement peu nombreuses sur toutes les lignes observées, c'est-à-dire qu'elles ne se présentent plus que quelques rares fois par période d'orages à un endroit de mesure fixe des lignes à très haute tension.

A cette fréquence de décharges, l'amortissement des ondes depuis leur origine au-dessous du nuage à foudre jusqu'à l'endroit de mesure joue naturellement un grand rôle. On ne peut pas étendre sans autre à toute la ligne les tensions mesurées à un certain point. Toutefois, cette extension semble être possible avec quelque circonspection, quand il s'agit d'ondes de tension d'une durée relativement longue et dont la valeur est inférieure à la tension d'effluve de la ligne, car l'amortissement des ondes parcourant la ligne est alors le plus faible. La valeur limite de la tension la plus élevée s'obtient avec certitude en considérant si l'effet de la décharge atmosphérique sur la ligne provoque ou non le claquage des isolateurs des pylônes métalliques. Cette question est résolue avec certitude en examinant l'oscillogramme. En tenant également compte de cette considération, on reconnaît que les surtensions atmosphériques d'amplitude supérieure à env. 200 kV ne se présentent guère que quelques fois par année et par 100 km de longueur de ligne. Ces chiffres se rapprochent sensiblement de ceux des décharges directes dans la ligne. Il en résulte également que les ondes de surtension ne dépassent pas une amplitude d'env. 150 à 200 kV par suite de l'effet des décharges capacitives sur les lignes. Ceci s'entend d'une façon presque générale pour les lignes normales, car l'effet de protection d'un câble de terre dans les lignes à tension de service élevée est compensé en partie par la grande élévation de ces lignes au-dessus du sol, la valeur des surtensions provoquées par les décharges capacitives, c'est-à-dire les coups de foudre indirects, étant comme on le sait proportionnelle à la hauteur de la ligne au-dessus du sol. De nos jours une détermination du degré de sécurité des lignes et installations électriques devrait essentiellement tenir compte de ces phénomènes. Les surtensions supérieures à env. 200 kV ne sont plus provoquées que par des coups de foudre directs dans la ligne ou les pylônes. Ce dernier cas offre un intérêt tout particulier et sera discuté plus loin.

IV. Résultats des mesures du courant engendré par la foudre et des mesures de la raideur.

a) Les résultats des *mesures du courant engendré par la foudre à l'aide de barrettes d'acier* sont indiqués au tableau II.

Tableau II.

Courant dans le pylône, en kA	5…10	10,1…20	20,1…30	30,1…40	40,1…50	> 50	—	—
Nombre de pylônes	6	5	1*)	1	0	0	—	—
Courants dans les câbles de terre, en kA	1…5	5,1…10	10,1…20	> 20	—	—	—	—
Nombre de mesures	35*)	10	0	0	—	—	—	—
Courants engendrés par la foudre, en kA	< 10	10,1…20	20,1…30	30,1…40	40,1…50	50,1…60	60,1…70	> 70
Nombre d'éclairs	?	3	2*)	1	0	0	1	0

Toutes les décharges atmosphériques indiquées se sont produites en été 1935 dans la ligne du Gothard, à l'exception d'un seul cas. Ce cas est désigné dans les colonnes du tableau par un *).

Les résultats coïncident approximativement avec ceux qui ont déjà été obtenus avec la même méthode de mesure en Allemagne et aux Etats-Unis [11]). Il y a lieu de mentionner tout spécialement que les maxima ne sont pas toujours identiques dans les deux côtés étroits des pylônes selon la figure 12, ce qui provient probablement de la forte section des pylônes, car à la hauteur où les barrettes d'acier

[11]) H. Grünewald, CIGRE 1935, Rapport 326.
W. Lewis, CIGRE 1935, Rapport 315.

sont placées cette section atteint 8,5 × 2,5 m² pour les pylônes d'arrêt et 8,5 × 1,7 m² pour les pylônes d'alignement, selon la figure 12. On a mesuré par exemple:

Tableau III.

Dans le côté 1 — 2 (côté droit) = 4600	12 500	12 500	6 500	A
Dans le côté 3 — 4 (côté gauche) = 5800	3000	22 500	2 500	A

On n'a pas constaté de relation entre la position de la plus grande partie du courant et la position des phases atteintes par la foudre.

Les 7 courants supérieurs à 10 kA dans les pylônes proviennent:

dans 6 cas de la décharge d'un nuage chargé négativement par rapport au sol,

en aucun cas de la décharge d'un nuage chargé positivement,

dans un cas, la détermination de la polarité était doûteuse.

Par contre, on a mesuré des courants inférieurs à 10 kA engendrés dans les pylônes par 2 décharges de nuages chargés positivement.

b) Les résultats des *mesures de la raideur du courant engendré dans les pylônes par la foudre* sont indiqués au tableau IV. L'étendue de mesure était réglée de façon à permettre l'enregistrement de raideurs de courant maxima d'env. 7 à 60 kA/μs.

Tableau IV.

Raideur de courant max. dans le pylône, en kA/μs		7 ... 10	10,1 ... 20	20,1 ... 30	30,1 ... 40	< 40
Nombre de Pylônes	1934	(4+1)	(3+2)	0	0	0
	1935	(7+2)	(3+2)	(3+0)	(3+0)	0

Dans le tableau IV, le premier chiffre indique le nombre des cas où la raideur de courant maxima dans le pylône était négative $[(di/dt)_{max} < 0]$. Le second chiffre désigne le nombre des cas où la raideur de courant maximum dans le pylône était positive $[(di/dt)_{max} > 0]$. Les grandes raideurs du courant engendré par la foudre se constatent pour des courants négatifs.

Dans 6 cas (pylônes 18, 116, 117, 119, 120, 126), les appareils de mesure de la raideur ont présenté des figures de Lichtenberg multiples, provenant soit d'un coup de foudre qui n'était pas un pur choc, soit de plus d'une décharge atmosphérique pendant l'exposition de la même pellicule photographique. Dans de tels cas, on doit admettre que la mesure magnétique du courant par les barrettes d'acier indique en partie des valeurs maxima trop faibles pour le courant dans le pylône, car une succession d'à-coups de courant de polarités inverses ne peut qu'affaiblir le magnétisme rémanent établi par l'à-coup maximum.

Les appareils de mesure de la raideur permettent de localiser d'une façon très précise l'endroit atteint par la foudre, parce que généralement seuls les appareils du pylône affecté ou ceux des deux pylônes voisins d'une portée atteinte enregistrent une grande raideur. La figure 16 montre quelques exemples de figures de Lichtenberg relevées dans ces appareils. Enfin, la figure 17 indique les diagrammes de fréquence des raideurs positives et négatives des courants engendrés par la foudre en 1934 et 1935.

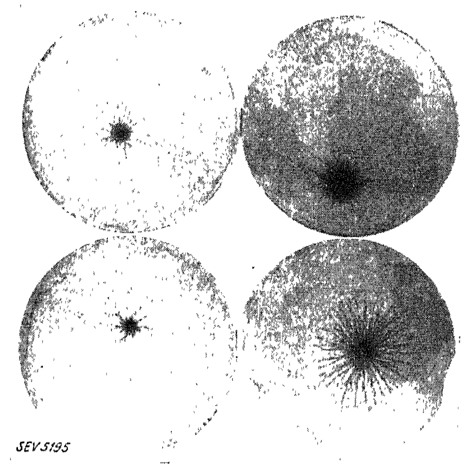


Fig. 16.

a *b*

Exemples de figures de Lichtenberg relevées dans les appareils de mesure de la raideur.

Figures supérieures: Tension induite correspondant à un accroissement positif du courant dû à la foudre.

Figures inférieures: Tension induite correspondant à un accroissement négatif du courant dû à la foudre.

a Perturbation *a)*, chapitre V, pylône 17.

b Perturbation *b)*, chapitre V, pylône 126.

Cette méthode a montré en outre que des tensions induites sont parfois également enregistrées, sans que les barrettes d'acier aient laissé reconnaître un fort courant dû à la foudre. Des décharges statiques des appareils de mesure de la raideur n'entrant pas en ligne de compte à cause de leur construction, on doit admettre que des décharges à

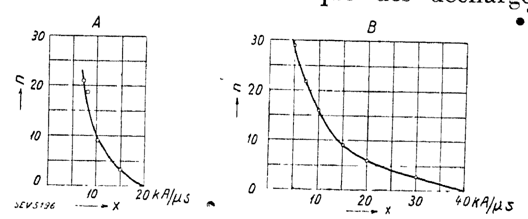


Fig. 17.

Diagrammes de la fréquence des raideurs de différentes valeurs des courants engendrés par la foudre dans les pylônes.

A Raideurs positives des courants engendrés dans les pylônes.

B Raideurs négatives des courants engendrés dans les pylônes.

Abscisse *x* Raideur mesurée du courant dans le pylône (valeur maximum).

Ordonnée *y* Nombre de mesures où la raideur atteint ou dépasse la valeur d'abscisse.

faible intensité engendrent dans les pylônes des courants de quelques 1000 A seulement, voire même inférieurs à 1000 A, qui ne sont plus enregistrés avec certitude par les barrettes d'acier.

Une *indication sur la raideur moyenne* des courants dus à la foudre est fournie en outre par les cas où des claquages de poteaux en bois se produi-

sent par suite de décharges atmosphériques dans des lignes mixtes. La distance entre le poteau en bois atteint et le pylône en fer le plus proche indique le temps maximum qui peut s'écouler jusqu'à ce que l'accroissement du courant engendré par la foudre provoque le claquage du poteau en bois. En effet, pour des intervalles plus longs, l'équilibre ne s'établirait plus par le poteau en bois vers la terre, mais bien par la ligne et le pylône suivant en fer vers la terre, car les pylônes en fer constituent pour les tensions de choc des points beaucoup plus faibles que les poteaux en bois. A titre de comparaison avec ces mesures de la raideur, il y a lieu de mentionner une décharge atmosphérique qui s'est produite au printemps 1935 dans une ligne sur poteaux en bois pour tension de service de 50 kV près de Magadino. Cette décharge a provoqué des éclats (fig. 18) sur 10 poteaux (n^os^ 28 à 37). Le dernier de ces poteaux (le n° 28) est distant de 355 m d'un pylône en fer (n° 21) de la même ligne. Ce pylône ne portait aucune trace de claquage. A une distance de 1978 m du pylône 21, la ligne était mise normalement à la terre, car elle était à ce moment-là hors service. Si l'on admet une tension de claquage de 5 millions de volts pour les poteaux en bois et une résistance d'onde de la ligne de 200 Ω par sens de courant, donc une résistance d'onde résultante de 100 Ω, il s'ensuit que le courant engendré par la foudre devait être d'au moins 50 kA. Une durée d'au moins 2,4 μs étant nécessaire pour obtenir l'équilibre par le pylône en fer, la raideur du courant engendré par la foudre a dû atteindre au moins $50/2,4 = 21$ kA/μs. En considérant cette valeur moyenne d'accroissement de plus de 2,4 μs, sa valeur maximum a probablement atteint 40 kA/μs. Cette valeur correspond en effet aux plus grandes raideurs mesurées.

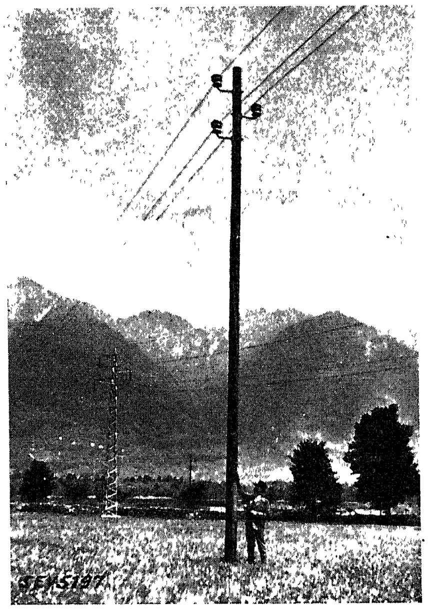


Fig. 18.
Vue de l'éclatement du poteau 27, distant de 400 m environ d'un pylône en fer mis à la terre de la même ligne.

A ce sujet, il est intéressant de signaler que, lors de cette décharge atmosphérique dans la ligne à 50 kV, la ligne sud à 80 kV passant parallèlement à 17 m de distance n'a subi aucune perturbation.

On continue à proposer souvent d'isoler un peu plus fortement certains pylônes des lignes à grandes portées, afin de reporter les claquages aux pylônes voisins. Les chiffres ci-dessus montrent nettement qu'une disposition de ce genre ne peut pas garantir de bons résultats. Même si le rapport des isolations atteignait 5000/200 kV pour une portée de 700 m, le pylône fortement isolé subirait un claquage s'il était atteint directement par la foudre.

V. Description de quelques perturbations typiques dues aux orages.

a) Perturbation dans la ligne du Gothard pendant l'orage du 10 juillet 1935, à 0^35^.

Coup de foudre sur le pylône 17 au-dessus de Lavorgo, avec fonctionnement de l'éclateur de protection à l'extrémité de la ligne à Bodio.

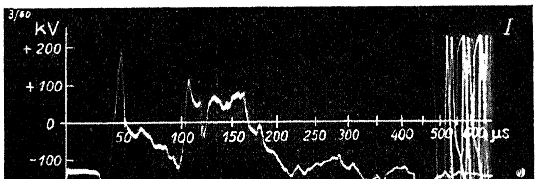


Fig. 19.
Oscillogramme de la perturbation a).
Les phases du réseau triphasé sont désignées par *I*, *II*, *III*.

Sur le pylône 17 et à l'extrémité de la ligne à Bodio, l'armature pare-arcs de la phase III présentait des traces de brûlure; en outre, le claquage à Bodio a été observé directement par le personnel de la sous-station. Le service à 150 kV a subi une

mise à terre accidentelle passagère, qui n'a pas donné lieu à des complications.

Les surtensions mesurées à Lavorgo entre les 3 phases de la ligne et la terre sont indiquées par les oscillogrammes de la figure 19. La phase III présente à Lavorgo une onde de surtension de 450 kV d'amplitude et d'une durée de demi-amplitude d'env. 50 μs. Au pylône 17, le claquage de la chaîne d'isolateurs à 6 éléments «Motor» a exigé une tension de choc d'environ 1,1 million de volts (distance d'amorçage env. 1,75 m).

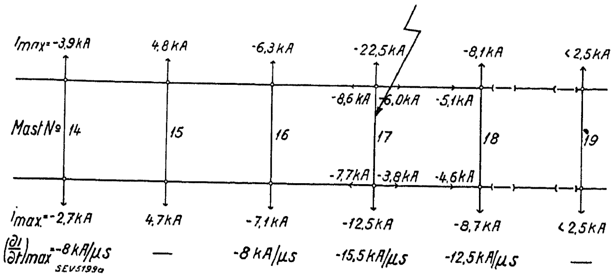


Fig. 20.

Répartition du courant dû à la foudre dans les cas de la perturbation a).

Courants indiqués en kiloampères (kA).
Flèches transversales: Courants s'écoulant à la terre par les deux montants des pylônes.
Flèches longitudinales: Courants s'écoulant par les deux câbles de terre.

Après le premier passage de l'onde de surtension (amplitude en A), l'onde réfléchie revenant de Bodio se superpose en B, de sorte qu'il se produit une seconde pointe atteignant à nouveau 450 kV env. En B, cette pointe est supprimée brusquement par suite du fonctionnement de l'éclateur de protection installé à Bodio, de sorte que de cet endroit l'onde réfléchie se trouve au dos de l'onde incidente qui s'amortit. La suite du diagramme prouve qu'un claquage a eu lieu dans la ligne. En outre, en considérant la fréquence, resp. la période des oscillations subséquentes, on peut déterminer la distance Bodio-pylône 17. En admettant une vitesse d'onde sur la ligne égale à la vitesse de propagation de la lumière (300 000 km/s, resp. 300 m/μs), on obtient une distance de 16 km. La distance réelle étant de 13,67 km, la vitesse moyenne de l'onde de mise à terre était donc de 255 m/μs. La queue de ligne Lavorgo-Bodio a certainement empêché dans ce cas un claquage au poste de Lavorgo. La mesure de l'intensité du courant engendré par la foudre à l'aide des barrettes d'acier a permis de reconstituer la répartition du courant (fig. 20). Le tronçon entre les pylônes 15 et 18 est équipé d'un câble de sol (contrepoids). La résistance de terre du pylône 17 atteignait 2 Ω lors de la construction de la ligne, valeur mesurée sans les câbles de terre, mais avec un ruban de terre de 176 m.

La disposition des câbles de terre est identique à celle de la figure 1. Toutefois, lors de la décharge atmosphérique, les deux câbles de terre étaient sectionnés au pylône 19, entre ce dernier et le pylône 18 et 19 (voir fig. 20). Aucun courant ne pouvait donc s'écouler par les câbles de terre aux pylônes suivants.

Les dispositifs de mesure de la raideur indiquent une décharge atmosphérique sur le pylône 17 ou sur l'une des phases à proximité immédiate de ce pylône. La raideur maximum du courant dans le pylône était de $-15{,}5$ kA/μs, ce qui correspond à un accroissement rapide de la décharge d'un nuage négatif au-dessus du pylône. Le courant dans le pylône de 35 kA a donc exigé pour cet accroissement au moins $35/15{,}5 \sim 2{,}25$ μs, mais probablement presque le double, car la raideur mesurée est sa valeur maximum.

En calculant le courant engendré par la foudre comme somme des courants s'écoulant par le pylône 17 et les deux câbles de terre, on obtient une amplitude de 61,1 kA. Cette valeur est la valeur maximum des mesures effectuées en été 1935. Par contre, la raideur maximum du courant était plus grande dans le cas de trois autres décharges atmosphériques avec un courant plus faible engendré par la foudre. Il semble donc que l'amplitude des décharges à forts courants ne se développe pas aussi rapidement que pour les décharges à courants moyens de 10 à 40 kA. Il se peut que, contrairement à ce qui se passe pour les courants moyens, les courants extrêmement élevés résultent de fluctuations grimpantes dans le canal amorcé par la décharge entre la terre et le nuage [12]).

b) Perturbation dans la ligne du Gothard pendant l'orage du 12 juin 1935, à 0[44].

Une mise à terre accidentelle s'est produite dans la phase II au pylône 116 pendant quelques mi-

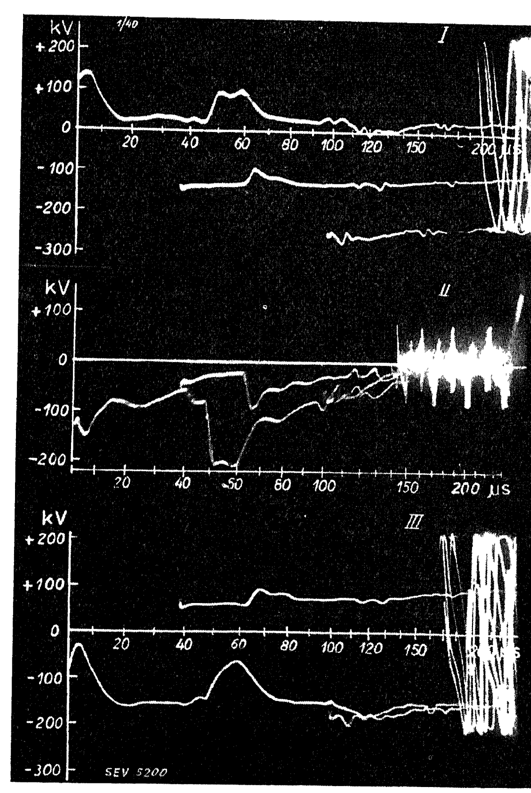


Fig. 21.

Oscillogramme de la perturbation b).

Les phases du réseau triphasé sont désignées par *I, II, III.*

[12]) K. Berger, CIGRE 1935, Rapport 350.

nutes. Grâce à la bonne disposition des armatures pare-arcs, cette perturbation n'a pas donné lieu à de fortes brûlures et est restée sans effet sur le service à 150 kV.

L'oscillogramme des surtensions produites par cette décharge atmosphérique a été relevé à Lavorgo (fig. 21). Même dans la phase II la plus fortement atteinte, l'amplitude n'atteint à Lavorgo qu'environ 150 kV, resp. 210 kV (tension totale de l'onde incidente et de l'onde réfléchie à Bodio), du fait de l'amortissement exercé par le passage du tronçon de 37,40 km.

L'oscillogramme de la phase II permet d'estimer encore à environ 40 km la distance qui séparait Lavorgo du point affecté par la décharge, si l'on admet que la vitesse de l'onde atteignait celle de la lumière (300 m/μs). Comme on le voit, la vitesse réelle de l'onde était également de quelques pourcents plus faible.

La figure 22 montre la répartition du courant dans les pylônes et les câbles de terre. Malheureusement, les câbles de terre n'étaient pas munis de

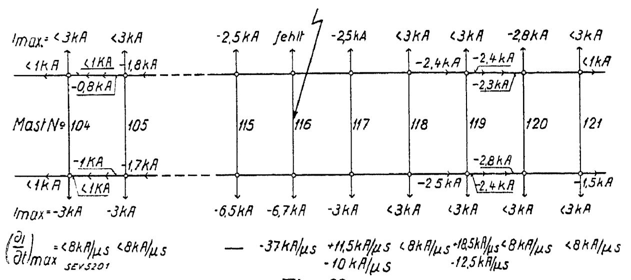


Fig. 22.
Comme figure 20, mais pour la perturbation *b)*.

barrettes d'acier au pylône 116, de sorte que la représentation n'est pas aussi complète qu'on l'aurait désiré.

Les dispositifs de mesure de la raideur ont indiqué au pylône 116 une vitesse d'accroissement maximum de 37 kA/μs; dans ce cas également, il s'agissait de l'accroissement d'un courant engendré par la décharge d'un nuage chargé négativement. C'est la plus forte raideur mesurée en été 1935 pour le courant engendré par la foudre dans un pylône. Le courant d'environ 14 kA dans le pylône 116 s'est donc établi pendant une durée qui a atteint au moins 14/37 ~ 0,4 μs, probablement environ 1 μs.

La résistance de terre du pylône atteignait 14 Ω lors de la construction de la ligne, valeur mesurée sans les câbles de terre, mais avec un ruban de terre de 51 m.

Comme dans l'exemple *a)*, un accroissement subséquent de cette résistance à une valeur double (séchage du sol) ne permet pas d'expliquer un claquage en retour de la chaîne d'isolateurs sous 14 kA.

c) Perturbation dans la ligne du Gothard pendant l'orage du 2 juillet 1935, à 17[09].

Cette perturbation a provoqué immédiatement un court-circuit triphasé sur la ligne.

Les barrettes d'acier et les dispositifs de mesure de la raideur ont indiqué, pendant la période de contrôle, deux décharges atmosphériques, l'une sur le pylône 126, et l'autre sur la portée entre les pylônes 119 et 120 (fig. 16).

Cette seconde décharge servira d'exemple de décharge sur les portées (fig. 23).

Dans ce cas, la décharge a affecté les deux câbles de terre de la portée et probablement les conduc-

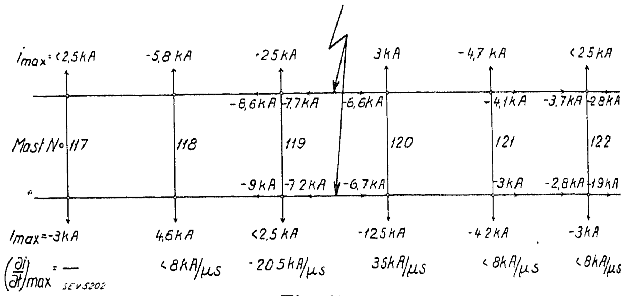


Fig. 23.
Comme figure 20, mais pour la perturbation *c)*.

teurs, ce qui a provoqué un court-circuit triphasé.

La raideur de l'accroissement du courant dû à la foudre est très forte dans les deux pylônes adjacents 119 et 120 (20,5, resp. 35 kA/μs), ce qui explique le court-circuit dans la portée de 435 m.

Les résistances de terre sans câbles de terre atteignaient:

pour le pylône 119: 10 Ω (ruban de terre de 93 m),
» » » 120: 15 Ω (ruban de terre de 133 m).

Les deux pylônes sont fixés au roc recouvert d'une mince couche d'humus. Avec ces résistances, les valeurs mesurées des courants dans le pylône ne devaient pas provoquer de claquages en retour au pylône 120. Toutefois, par suite d'un court-circuit probable dans cette portée, le courant engendré par la foudre dépassait probablement la somme des 4 courants qui s'écoulaient par les câbles de terre (28,2 kA), car les conducteurs ont également participé à l'écoulement du courant. L'accès difficile de cette portée n'a pas permis un contrôle direct des câbles.

d) Surtension dans la ligne du Gothard mise normalement à la terre à Bodio et au Gothard, pendant l'orage du 3 août 1934, à 17[13].

La figure 24 est un exemple de surtension relativement élevée induite par la foudre dans la ligne

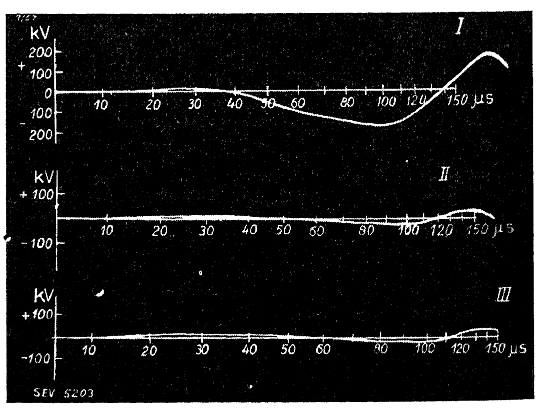


Fig. 24.
Oscillogramme de la perturbation *d)*.

du Gothard mise normalement à la terre à 8,2 et à 38,9 km de l'endroit de mesure de Lavorgo, soit à Bodio et au pylône 120. Par suite d'un orage survenu entre ces deux points mis à la terre, une onde d'environ 180 kV s'est produite dans la phase I et apparaît une seconde fois sur l'oscillogramme avec changement de signe après avoir été réfléchie à la prise de terre de Bodio.

On remarquera tout spécialement la grande différence qui existe entre les surtensions dans les 3 phases. Il est probable que la décharge atmosphérique s'est faite le long d'une pente du côté est de la vallée, ou alors sur la grande portée (1494 m).

e) Perturbation dans la ligne sud à 80 kV pendant l'orage du 12 juin 1935, à 2²⁵.

Au cours d'un orage avec vent violent, des mises à terre accidentelles se sont produites à plusieurs reprises dans la phase I («vert») de la ligne sud à

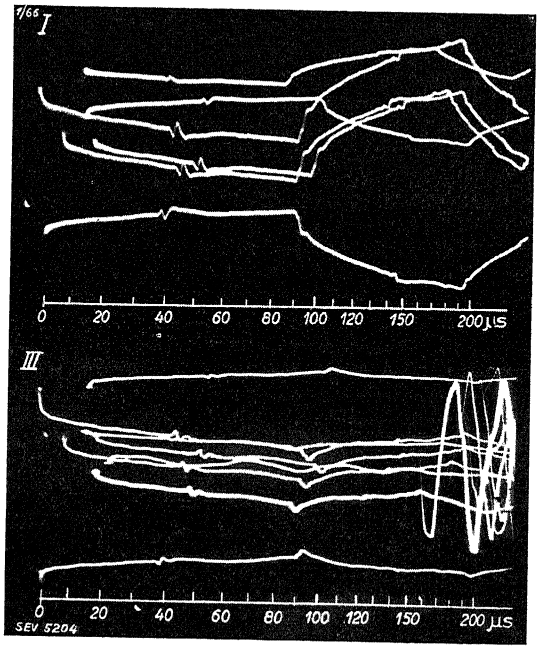


Fig. 25.
Oscillogramme de la perturbation *e)*.

80 kV. L'oscillogramme de la figure 25 montre qu'il ne s'agit pas de surtensions dues à la foudre, mais de l'action du vent violent sur le câble de terre. Cet oscillogramme est reproduit ici, parce que la période d'oscillation d'onde permet de lire sans autre la distance entre l'endroit de la perturbation et l'extrémité de la ligne à Lavorgo. En admettant que la vitesse de l'onde soit égale à celle de la lumière, la distance est d'environ $0{,}5 \times 93 \times 0{,}3 \sim 14$ km. Il est probable qu'à cet endroit le câble de terre a touché le conducteur «vert», ce qui a causé chaque fois l'inscription d'un même oscillogramme. Aucune interruption de service ne s'est produite, car les mises à terre accidentelles se sont chaque fois supprimées d'elles-mêmes.

f) Perturbation dans la ligne sud à 80 kV pendant l'orage du 24 septembre 1935, à 6⁴⁵.

Au cours d'un violent orage d'automne entre Bellinzone et Locarno, une décharge atmosphérique s'est produite sur la ligne à 50 kV sur poteaux en bois Bodio-Reazzino, provoquant l'éclatement de six poteaux (n^os 650 à 655), en partie de haut en bas. On n'a toutefois pas pu constater la moindre trace de l'entrée de la foudre dans le sol. La ligne à 80 kV observée était parallèle à la ligne perturbée à 50 kV sur une distance d'environ 140 m. Les oscillogrammes des surtensions mesurées à Lavorgo à l'extrémité de la ligne à 80 kV sont indiqués sur la figure 26.

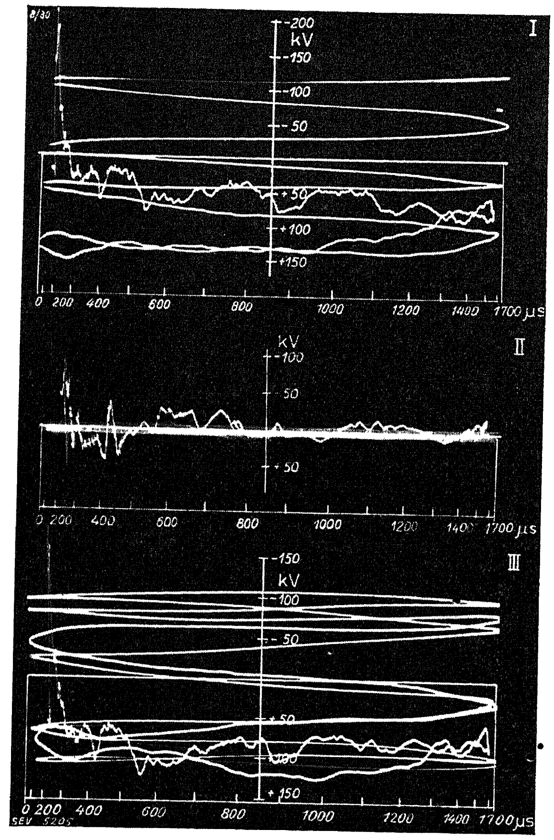


Fig. 26.
Oscillogramme de la perturbation *f)*.

Il y a lieu de mentionner que l'échelle des oscillogrammes suivants est différente, car le déplacement du rayon cathodique, qui est ordinairement rapide à l'aller et lent au retour avait été remplacé par un déplacement continu sinusoïdal à l'aller et au retour, avec tension auxiliaire à 295 pér./s. Pour obtenir l'indépendance nécessaire par rapport au réseau observé, cette tension auxiliaire était fournie par un convertisseur de fréquence spécial.

L'échelle des temps de 1700 µs par déplacement d'aller et retour paraît donc ramassée aux deux extrémités du trajet de l'axe des temps. Cette disposition permet d'inscrire pendant une plus longue durée sur un même oscillogramme. On a eu recours à ce système afin de pouvoir lire également sur l'oscillogramme les grandes distances où pourraient se produire des perturbations. Le rapport entre la fréquence auxiliaire et la fréquence du réseau étant très approximativement de 6, le trajet de l'axe des temps est décrit 6 fois à l'aller et au retour pendant une période de la tension à 50 pér./s.

Au bout d'environ $^1/_{50}$ s, l'oscillographe cathodique bloque à nouveau le rayon cathodique.

On observe sur la figure 26 des pointes de surtension de 180 et 200 kV et des demi-amplitudes d'environ 20 μs dans les phases I et III («vert et bleu»). La phase II («rouge») présente des surtensions plus faibles, amorçant immédiatement une mise à terre accidentelle, qui se maintient pendant la période enregistrée de la fréquence du réseau. Cette mise à terre, qui s'est supprimée d'elle-même, n'a pas causé de perturbation dans le service. De la période de l'oscillation peu accentuée d'environ 300 μs, on calcule que la perturbation a eu lieu à une distance d'environ 45 km, en admettant une vitesse d'onde de 300 m/μs. La distance exacte était de 42 km, correspondant à une vitesse d'onde d'environ 280 m/μs.

g) Perturbation dans la ligne de 80 kV pendant l'orage du 26 août 1935, à 18[50].

Au cours d'un orage sur le Tessin, on a relevé l'oscillogramme de la figure 27, qui montre la formation d'un court-circuit dans la phase III («bleu»), par suite d'une forte surtension de très faible durée (durée d'une demi-amplitude environ 5 μs) due à la foudre. Les deux autres phases n'ont présenté que

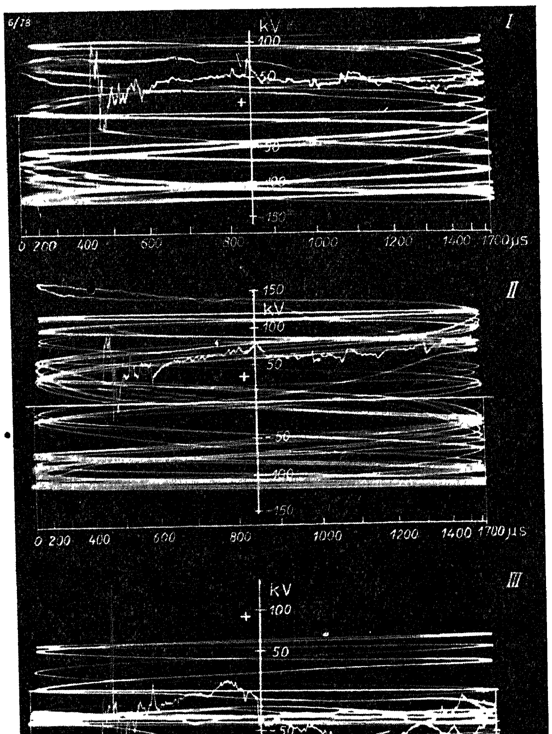


Fig. 27.
Oscillogramme de la perturbation *g)*.

de très faibles surtensions. Il s'agissait probablement d'une décharge directe sur la phase III. De l'oscillation de décharge de la phase III, on déduit que sa distance de Lavorgo était de 48 km, resp. d'environ 44 km, selon que l'on table sur la vitesse de la lumière ou sur la vitesse réelle des ondes de court-circuit observé dans d'autres cas. L'endroit atteint se trouvait donc à Reazzino-Monte Ceneri.

h) Perturbation dans la ligne à 80 kV pendant l'orage du 18 juillet 1935, à 18[04].

Au cours d'un orage dans la région de Ponte Tresa et de l'Italie du Nord, un court-circuit s'est

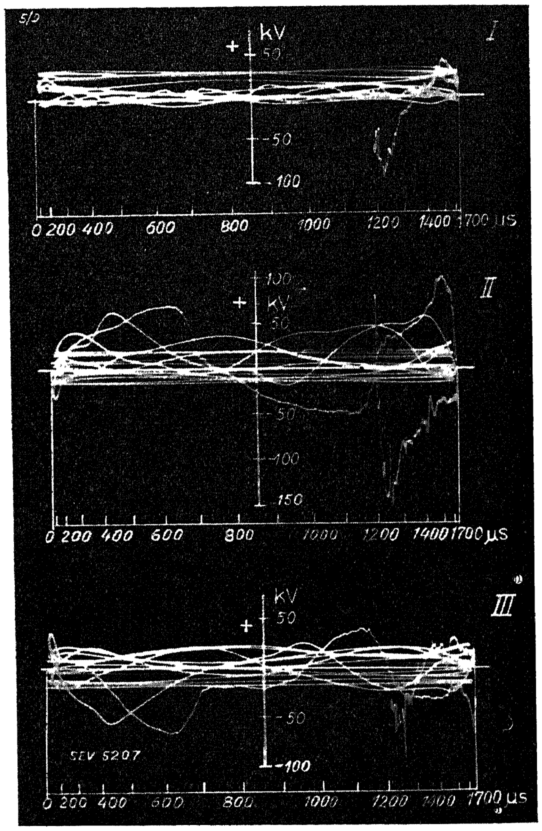


Fig. 28.
Oscillogramme de la perturbation *h)*.

produit, probablement à peu de distance de la frontière Suisse-Italie. La surtension mesurée à Lavorgo est représentée sur la figure 28. Cette surtension n'est pas très élevée, à cause du grand éloignement de l'endroit atteint; la durée de sa demi-amplitude est d'environ 130 μs. La largeur très réduite de la bande de l'oscillogramme indique que la tension des phases s'est fortement abaissée durant le court-circuit. L'oscillation des ondes, très nette dans la phase II, permet de calculer l'éloignement de l'endroit atteint, qui est d'environ 75 km.

i) Perturbation dans la ligne à 80 kV pendant l'orage du 4 août 1935, à 8[19].

Au cours d'un violent orage dans la région de la sous-station de Veveri (Italie), un court-circuit a endommagé les isolateurs et provoqué, pendant une heure et demie, une interruption du service à 80 kV.

Les surtensions (réfléchies) mesurées à Lavorgo sont reproduites sur la figure 29.

Dans la phase III, la surtension atteint 5 fois la valeur de la tension de phase ou 300 kV contre la

terre; la durée d'une demi-amplitude des surtensions est de 130 μs.

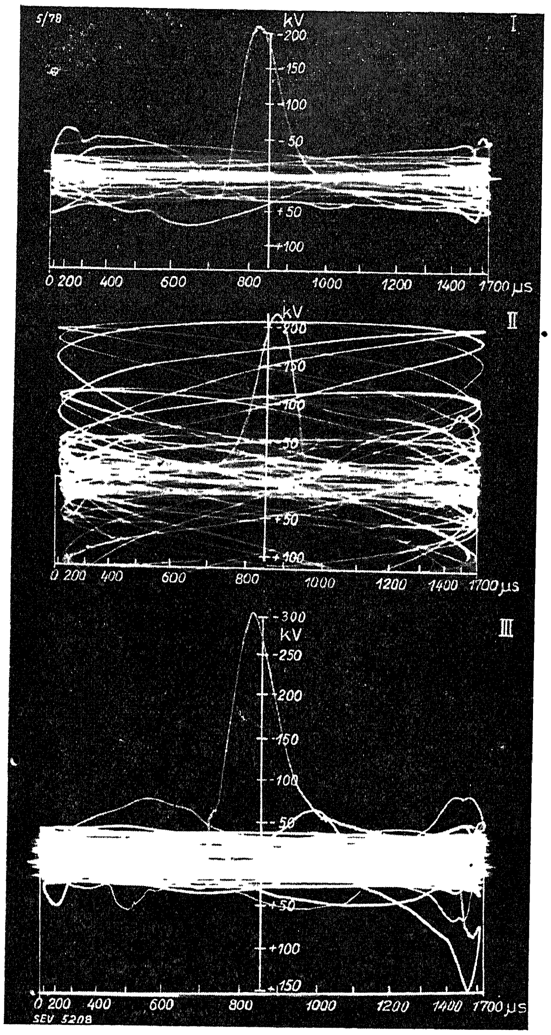


Fig. 29.
Oscillogramme de la perturbation *i)*.

k) Des surtensions produites par la foudre, mais n'ayant pas provoqué de perturbations dans le service, sont indiquées sur les figures 30 à 33.

La première figure a été relevée le 4 août 1935, à 6^{23}, pendant le même orage que dans le cas *i)*. Les trois autres figures ont été relevées le 24 septembre 1935 au cours d'un violent orage entre Bellinzone et Locarno, dont on a déjà parlé au cas *f)*. On remarquera dans toutes ces figures le caractère de choc des surtensions dues à la foudre et l'allure oscillante des oscillations propres du réseau engendrées de la sorte.

l) Perturbation en amont d'un transformateur 150/50 kV pendant l'orage du 24 août 1935, à 3^{27}.

Un dernier exemple d'oscillogramme (fig. 34) montre de quel genre sont les ondes produites sur une ligne à 150 kV lors du déclenchement d'un court-circuit en amont d'un transformateur. Par suite d'un orage en amont du transformateur de Siebnen (fig. 3), le disjoncteur à 150 kV de Rathausen a déclenché.

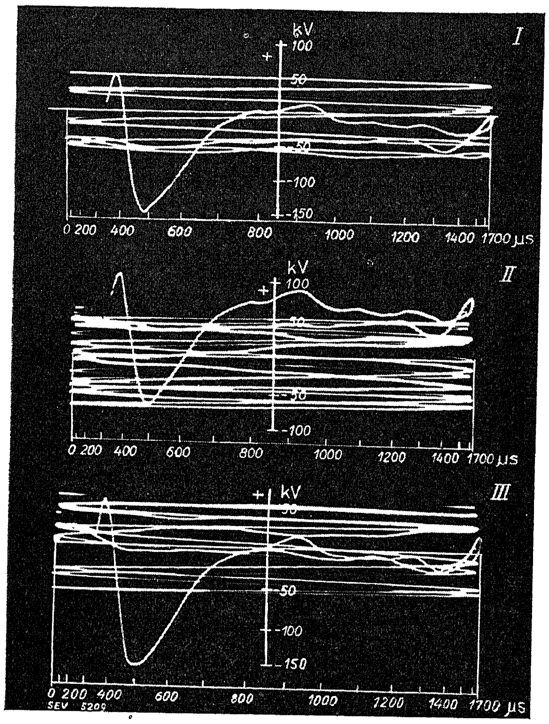


Fig. 30.
Premier exemple d'oscillogramme d'une surtension due à la foudre n'ayant pas causé de perturbation de service.

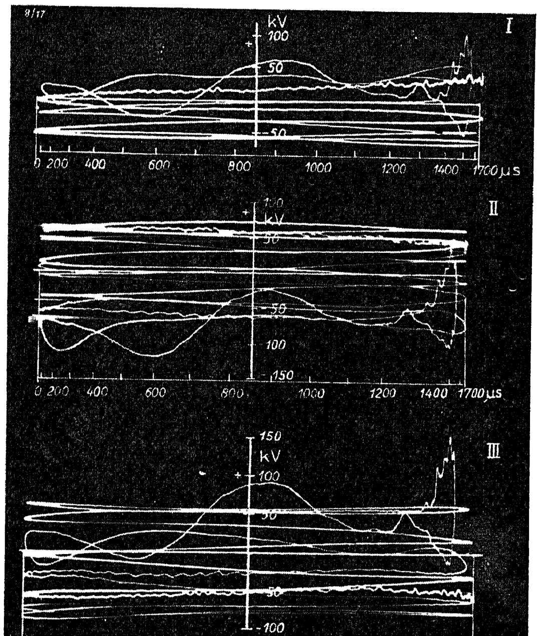


Fig. 31.
Deuxième exemple d'oscillogramme d'une surtension due à la foudre n'ayant pas causé de perturbation de service.

La figure montre qu'il se produit dans la ligne du Gothard des ondes, dont la durée est sensiblement plus longue que dans le cas de surtensions dues

à la foudre; par contre, leur valeur est insignifiante. Au cours du déclenchement, un grand nombre d'ondes, sont engendrées, mais leurs valeurs individuelles mesurées à Lavorgo ne dépassent toutefois jamais la tension en étoile.

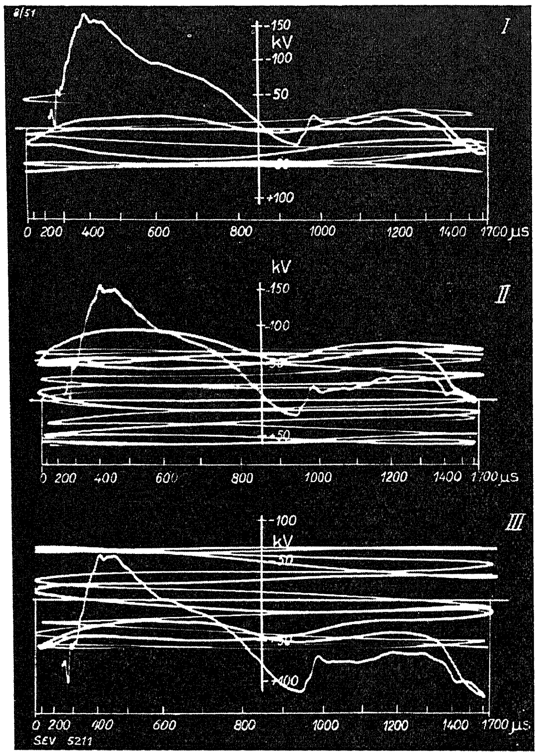


Fig. 32.
Troisième exemple d'oscillogramme d'une surtension due à la foudre n'ayant pas causé de perturbation de service.

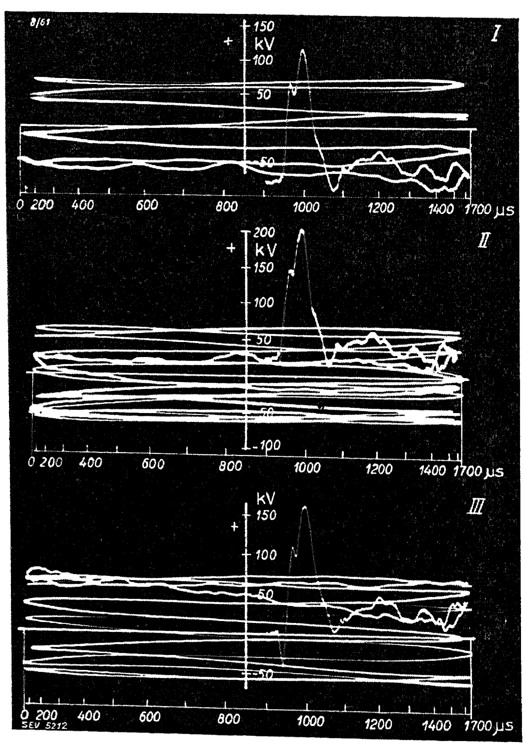


Fig. 33.
Quatrième exemple d'oscillogramme d'une surtension due à la foudre n'ayant pas causé de perturbation de service.

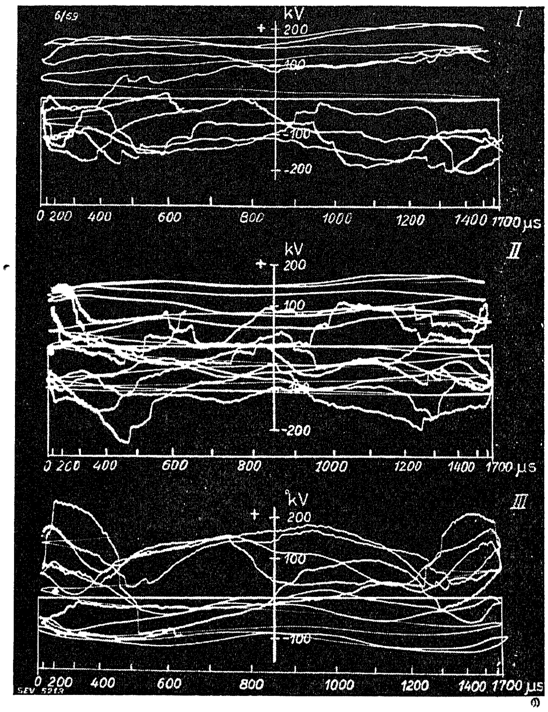


Fig. 34.
Oscillogramme des ondes produites par le déclenchement d'un court-circuit provoqué par une décharge atmosphérique en amont d'un transformateur à Siebnen.

VI. Conclusions et perspectives.

a) Prises de terre des pylônes.

Si l'on calcule la chute de tension produite dans la prise de terre du pylône par le courant dû à la foudre, en supposant que la résistance de la prise de terre lors du choc soit égale à la valeur mesurée par les méthodes habituelles avec ponts, les perturbations (cas *a*, *b*, *c*) constatées n'auraient dû en aucun cas provoquer de claquage en retour. Le cas *c* peut être laissé de côté, car le claquage s'est probablement produit dans la portée. Restent donc les perturbations provenant des pylônes 17 et 116. Dans ces deux cas, une décharge atmosphérique a dû s'être produite dans la phase moyenne (pylône d'arrêt 116) et dans l'une des phases extérieures (pylône d'alignement 17).

En plaçant également des barrettes d'acier sur les phases ou du côté mis à la terre des chaînes d'isolateurs, on pourrait résoudre cette question. Toutefois, une décharge directe sur les phases paraît improbable dans les deux cas, si l'on considère le croquis des pylônes. Il semble donc que les résistances de la prise de terre agissant lors du choc soient plus grandes que les valeurs mesurées de la façon habituelle. Un écart entre les valeurs agissant en cas de choc et celles qui sont mesurées à basse fréquence peut s'expliquer par les deux raisons suivantes:

1° L'énorme raideur de l'accroissement mesuré du courant engendré par la foudre dans le pylône

et par suite dans la prise de terre, qui exige l'établissement de prises de terre des pylônes selon les points de vue de la haute fréquence [13]).

2° La position des pylônes sur le roc isolant. Bien que l'on puisse obtenir une liaison relativement bonne du pied du pylône avec les couches superficielles conductrices environnantes, il peut arriver que ces couches superficielles n'aient elles-mêmes aucun rapport avec les couches d'humus plus éloignées. Le roc devant être considéré comme un isolateur, on peut expliquer ainsi l'écart entre les résistances mesurées à l'aide de sondes auxiliaires à 20 ou 40 m de distance du pylône et celles qui agissent lors des décharges atmosphériques. Dans ces conditions, tout le terrain entourant le pied du pylône serait sous tension par rapport à la «terre», du fait que la résistance en série est assez éloignée du pylône. Une solution de la question des prises de terre des pylônes montés sur le roc serait donc très désirable pour les lignes de montagne. Elle n'est probablement possible qu'en soumettant à de forts courants de choc les prises de terre des pylônes examinés.

b) Câble de sol.

Le claquage (probablement un claquage en retour) au pylône 17 s'est produit malgré la présence d'un câble de sol entre les pylônes 15 à 18. Les expériences faites en Amérique avec les câbles de sol paraissant très favorables, il y a lieu d'examiner avant tout très attentivement s'il ne s'est pas produit une décharge sur les phases ou les câbles de terre et les pylônes, dans tous les cas de perturbations dans les tronçons munis de câbles de sol.

D'après les mesures de la raideur des courants dus à la foudre et les recherches sur la valeur de protection des câbles de sol, il semble que le câble de sol peut constituer dans de nombreux cas (p. ex. cas *a*) une amélioration efficace de la mise à terre. Dans les cas de grande raideur, par exemple 35 kA/μs, l'efficacité du câble de sol doit se faire sentir autrement que par la réduction de la résistance de la mise à terre, éventuellement par un effet d'écran [14]).

c) Contrainte de choc des isolateurs de lignes aériennes.

Par multiplication avec la résistance efficace de la prise de terre, les mesures de la raideur des courants dus à la foudre donnent sans autre la raideur approximative de l'accroissement de la tension aux isolateurs de la ligne aérienne, lorsque la foudre atteint le pylône ou le câble de terre.

Pour une raideur de courant de 35 kA/μs et une résistance efficace de la prise de terre de 20 Ω, le potentiel du pylône augmente avec une vitesse (raideur) maximum de 700 kV/μs. La différence de tension qui se présente aux chaînes d'isolateurs étant de 10 à 30 % plus faible, du fait de l'effet de protection capacitif du ou des câbles de terre, la raideur maximum de la tension à laquelle sont soumis les isolateurs atteint environ 500 à 600 kV/μs pour une résistance de la prise de terre de 20 Ω. Si l'on table sur des raideurs de courant deux fois plus fortes (cas plutôt rare), les raideurs maxima peuvent atteindre 1000 kV/μs pour des prises de terre de pylônes présentant une résistance efficace de 20 Ω. Cette valeur représente la tangente la plus raide au front de la courbe de tension de choc, car les appareils de mesure de la raideur enregistrent toujours ce maximum. La valeur de la raideur selon la définition du projet de la CEI pour les essais de chocs atteint approximativement la moitié de cette valeur maximum. La contrainte en cas de coup de foudre direct sur un pylône peut donc être remplacée en première approximation par un essai de choc selon la CEI avec une raideur de 500 kV/μs environ. Comme les mesures de raideur l'ont montré distinctement, la grande raideur ne se présente que dans le pylône affecté du coup de foudre. Dans les pylônes voisins, les à-coups de courant sont déjà beaucoup plus plats. Pour obtenir une valeur plus précise, il faut non seulement disposer d'un plus grand nombre d'enregistrements de la raideur, mais en outre procéder à un calcul plus exact de l'effet électromagnétique de compensation exercé par le courant du pylône sur le câble conducteur. Outre la chute de tension ohmique exacte et l'effet capacitif d'écran exercé par les câbles de terre, il faut probablement tenir compte des tensions magnétiques induites. On ne dispose toutefois pas encore de calculs absolument corrects [15]).

Dans le cas de coups de foudre sur les conducteurs câblés des lignes sur pylônes en fer, les raideurs de la tension aux isolateurs sont encore plus grandes, car la raideur de la tension se calcule dans ce cas d'après la raideurs du courant engendré par la foudre et la résistance d'onde efficace de la ligne. Ces valeurs peuvent atteindre environ 5000 kV/μs. Ces raideurs considérables expliquent les effets d'explosion auxquels sont soumis parfois les isolateurs de lignes aériennes.

d) Protection des bâtiments contre la foudre.

La connaissance de la raideur du courant engendré par la foudre permet d'estimer les écarts entre les parties métalliques des dispositifs de protection des bâtiments contre la foudre, entre lesquels des arcs s'amorcent lors d'une décharge atmosphérique sur l'une des parties métalliques.

Supposons par exemple deux descentes situées à une distance de *a* mètres, et reliées métalliquement par le sol. Si l'on admet que la «résistance d'onde» d'un conducteur vertical au-dessus du sol est de 200 Ω, il se produit lors d'un coup de foudre une onde de tension présentant une raideur maximum de 40×200 kV/μs, c'est-à-dire de 8 millions de volts sur une longueur de conducteur de 300 m, ou de 800 kV pour un paratonnerre situé à 30 m au-dessus du sol. Jusqu'au retour de l'onde de la mise à terre, cette tension atteint $2 \times 800 = 1,6$ million de volts à la

[13]) F. Ollendorf, Erdströme, Springer, Berlin 1928.

[14]) Voir p. ex. V. Aigner, ETZ 1933, p. 1233.

[15]) Voir V. Aigner, ETZ 1935, p. 497. L'auteur indique un calcul des tensions électro-magnétiques induites en admettant des courants périodiques.

pointe du paratonnerre. Sans tenir compte du couplage électromagnétique entre les deux descentes verticales, un arc s'amorcerait entre elles si leur écartement *a* était inférieur à 2,5 m environ. En tenant compte du couplage des deux descentes, cette distance diminue approximativement des ²/₃, c'est-à-dire à une distance d'environ 1,7 m entre les pointes des paratonnerres.

La distance d'amorçage diminue presque linéairement avec la hauteur des pointes au-dessus du sol. Ainsi, à 10 m au-dessus du sol, un amorçage d'arcs est possible entre parties métallique, dès que leur écartement est inférieur à environ 60 cm. Ceci s'entend pour liaisons métalliques par le sol des pièces métalliques (mise à la terre commune). Par contre, lorsqu'il s'agit de conducteurs absolument séparés ou reliés à des terres différentes, cet écartement peut être naturellement beaucoup plus grand, car on doit tenir compte des chutes de tension du courant dû à la foudre entre les mises à terre, d'une façon analogue à ce qui se passe lors d'un claquage en retour des pylônes. On voit donc qu'une connexion de toutes les parties de parafoudres à une terre unique (p. ex. canalisation d'eau) peut éviter dans une large mesure le danger de claquages entre les parties aériennes de l'installation de protection.

e) Forme du choc occasionné par les décharges atmosphériques.

L'oscillogramme de la figure 19 relevé à 5 km du pylône 17 affecté par la foudre montre dans la phase III atteinte par la décharge une courbe de tension qui diffère de la forme normale de choc. En effet, au lieu d'un front raide partant brusquement de la valeur zéro de la surtension, on observe tout d'abord un bond de tension de polarité positive de demi-hauteur environ, suivi d'un choc négatif. On s'explique difficilement la première pointe. Le choc négatif présente une forme qui ne se distingue que par un front un peu plus plat de la forme normalisée à 1/50 μs du projet de la CEI, mais dont la durée correspond assez bien.

Il serait intéressant de pouvoir obtenir un plus grand nombre de relevés oscillographiques de décharges atmosphériques survenues à peu de distance sur la ligne, afin de pouvoir observer si ce front brisé se présente souvent, s'il est en relation avec le claquage en retour au pylône, ou s'il peut fournir de plus amples détails sur ce qui se passe lors d'un coup de foudre.

Il se pourrait également que les raideurs positives et négatives mesurées dans un même cas pour le courant engendré par la foudre dans un pylône (+ 12,5 kA/μs, — 15,5 kA/μs) proviennent d'un détail affectant la décharge atmosphérique, et non pas de plusieurs décharges consécutives.

f) Transmission d'ondes sur les lignes.

Dans la ligne du Gothard, on a constaté nettement les deux phénomènes suivants: La vitesse des ondes de mise à terre est d'environ 10 % inférieure à la vitesse de la lumière, et il se forme des trains d'ondes sur la ligne lors des décharges atmosphériques. Sur les oscillogrammes des cas *a)* et *b)* surtout, on remarque que l'onde négative de tension élevée engendrée par un coup de foudre dans une des phases est toujours accompagnée d'ondes positives de tension moins élevée dans les deux autres phases. Lors de la transmission le long d'une ligne d'une onde amorcée sur l'une des phases, il se forme toujours des trains d'ondes par suite de la répartition de la charge électrique de l'onde amorcée et des ondes influencées [16]). L'un des trains d'ondes parcourt la ligne à la vitesse de la lumière sous la forme d'une onde symétrique (un conducteur chargé négativement, les deux autres chargés positivement par la demi-tension). Le second train d'ondes se transmet avec une vitesse légèrement réduite comme une onde entre ligne et terre et se comporte comme si les conducteurs étaient couplés en parallèle. L'examen théorique de ce second groupe n'a malheureusement pas encore été traité assez à fond pour permettre d'expliquer nettement ce phénomène.

g) Perspectives.

Les observations des surtensions d'origine atmosphérique ont pu être sensiblement étendues en 1934 et 1935. On a constaté que toutes les perturbations dans la ligne du Gothard à 150 kV étaient dues exclusivement à des coups de foudre directs. Toutes les surtensions qui ont conduit à des claquages dans les lignes à 150 kV et à 80 kV étaient de polarité négative. Leur durée varie sensiblement; la durée d'une demi-période est de 10 à 120 μs.

Pour pouvoir décider de la valeur protectrice des mises à la terre des pylônes et des câbles de sol, il semble très utile d'examiner à l'avenir si un conducteur ou un câble de terre ou un pylône a été atteint par la foudre. Cette question doit pouvoir être résolue en équipant également les chaînes d'isolateurs, resp. les conducteurs, de barrettes d'acier selon la proposition de la Société allemande d'études des installations à très hautes tensions. Une extension des mesures de la raideur des courants engendrés par la foudre est en outre désirable, afin de pouvoir déterminer d'une façon plus précise la contrainte subie par les isolateurs des lignes aériennes et les mises à la terre des pylônes, et de pouvoir constater avec plus d'exactitude l'efficacité de l'effet de protection des câbles de sol. Du fait que l'on dispose actuellement dans ce but de dispositifs de mesure relativement peu coûteux et simples, ces mesures ne présentent en principe plus de difficultés.

Il s'agira d'examiner jusqu'à quel point les isolateurs pour lignes aériennes doivent être essayés conformément aux raideurs des ondes à front raide observées lors des coups de foudre, et de quelle façon se comportent les mises à la terre des pylônes des diverses lignes à haute tension, lors de chocs de

[16]) L. V. Bewley, Traveling Wawes on Transmission Lines, 1933.

courant artificiels présentant ces raideurs. La solution de cette seconde tâche exige avant tout la mise au point d'une installation de choc transportable à grande puissance.

Seule une mesure correcte a permis jusqu'ici d'obtenir des précisions sur les phénomènes de la foudre, et elle seule, en liaison avec une étude théorique, est capable de donner une explication complète des questions encore en suspens, qui concernent la détermination précise de l'endroit où s'est produit la décharge atmosphérique et le cas des mises à la terre.

La Direction des Officine Elettriche Ticinesi et de la Centrale de Piottino, ainsi que le personnel des stations et les surveillants de la ligne du Gothard ont contribué largement au succès de ces mesures effectuées pendant les orages. En particulier, les mesures du courant engendré par la foudre dans les pylônes n'auraient presque pas été possibles sans leur aide efficace.

Ueber einige Anwendungen des Oszillographen zur Untersuchung nichtelektrischer Vorgänge.

Von *Hartmut Keller*, Zürich.

621.317.39 : 621.317.75

Moderne Oszillographen und Verstärker gestatten die trägheitsfreie Registrierung elektrischer Vorgänge innerhalb sehr weiter Grenzen. Es liegt nahe, diese Instrumente wegen ihrer guten Eigenschaften auch für die Untersuchung nichtelektrischer Vorgänge nutzbar zu machen. Hierüber berichtet der nachstehende Beitrag, wobei auf die Registrierung mechanischer Schwingungen, kleiner Bewegungen und Längenänderungen, Messung von Zug, Druck, Torsion und Dehnung, Erschütterung und Beschleunigung eingegangen wird.

Les oscillographes et amplificateurs modernes permettent d'enregistrer sans inertie les phénomènes électriques dans de très larges limites. On est poussé à utiliser les excellentes propriétés de ces instruments pour l'étude de phénomènes non électriques. L'article ci-après traite de ces nouvelles applications, en particulier de l'enregistrement d'oscillations mécaniques, de faibles mouvements et variations de longueur, ainsi que de la mesure de la traction, de la pression, de la torsion, de l'allongement, des vibrations et de l'accélération.

Es ist in der Messtechnik öfters üblich, nichtelektrische Grössen in elektrische zu verwandeln, welche der exakten Messung häufig besser zugänglich sind als die nichtelektrischen Grössen selbst. Das ist beispielsweise bei der Temperaturmessung mit Pyrometern, bei der Messung optischer Eigenschaften mit lichtelektrischen Zellen [1]), weiter bei Wassergeschwindigkeitsmessern und manchen Tachometern der Fall. Bei Untersuchung rasch verlaufender mechanischer Vorgänge hat sich der elektrische Oszillograph bewährt, zur Aufzeichnung mechanischer Schwingungen, kleiner Bewegungen und Längenänderungen, die unter anderem bei Messung des Schnittdruckes an Werkzeugmaschinen, Zug- und Druckmessungen an Brücken, Drücken in Verbrennungsmotoren, Drücken in Hochleistungsschaltern, Messung von Torsion und Dehnung, von Erschütterung und Beschleunigung interessieren. Durch die Vollkommenheit elektrischer Messverfahren und besonders durch die Möglichkeit, die aus den betreffenden mechanischen Vorgängen hervorgegangenen elektrischen Grössen zu verstärken, gestatten diese Methoden die Lösung selbst schwieriger messtechnischer Aufgaben. Selbst sehr kleine zu beobachtende Vorgänge lassen sich innerhalb gewisser Grenzen praktisch trägheitslos und verzerrungsfrei registrieren.

Zur Umsetzung der mechanischen in elektrische Vorgänge kann man verschiedene Wege gehen. Man kann die zu registrierende Bewegung zunächst zu entsprechenden Aenderungen des Widerstandes, der Kapazität oder der Selbstinduktion eines elektrischen Kreises verwenden. Aber auch der piezoelektrische Effekt kann für solche Zwecke herangezogen werden. Nach einer anderen Methode verändert die zu verfolgende Kraft die mechanische Spannung und damit die Eigenfrequenz einer mechanisch schwingenden Saite. Die Schwingungen der Saite werden in Wechselströme umgesetzt, deren Frequenzänderungen mittels des in einer Frequenzmessbrücke liegenden Oszillographen aufgezeichnet werden [2]).

Die Umsetzung von Bewegungen in Veränderungen eines ohmschen Widerstandes wird beispielsweise für schwingungstechnische Laufuntersuchungen an Fahrzeugen, besonders der Eisenbahn, benutzt [3]). Eine Messung der Schwingungsausschläge interessiert dabei, weil sie auf die Beanspruchung und auch auf die augenblickliche Höchstbeanspruchung einzelner Teile, besonders der Federn, schliessen lässt. Sie wird weiterhin zur Beobachtung der Federdurchbiegung, der Bewegung der Drehgestelle gegenüber dem Wagenkasten und der Wiegebewegungen gegenüber den Drehgestellen ausgeführt. Die Beschleunigungsmessung interessiert, weil man aus der Beschleunigung bei bekannter Masse die Kräfte und aus dem Beschleunigungs- und Schwingungsverlauf die Stossarbeit berechnen kann.

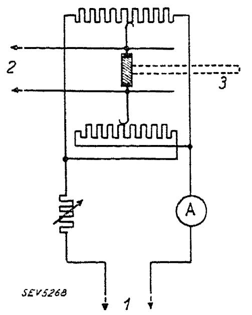
Zum Oszillographieren der Schwingungsvorgänge sind die Längsbewegungen, welche die schwingenden Teile gegenüber einem relativ feststehenden Teil ausführen, mit einem Aufnahmegerät in proportionale Ströme umzusetzen, die dann vom Oszillographen in Kurvenform aufgeschrieben werden, wobei dem Oszillogramm gleichzeitig in bekannter Weise eine Zeitmarkierung zugefügt wird. Das Aufnahmegerät ist, wie Fig. 1 schematisch zeigt, gemäss einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet. Es

[1]) H. Keller, Ueber die Möglichkeiten lichtelektrischer Mess- und Steuerungsmethoden, Bull. SEV 1935, S. 263.

[2]) H. Moser, Ein neuer Drehmomentmesser für oszillographische Registrierung, Bull. SEV 1934, S. 689.

[3]) Lutteroth und Putze, Org. Fortschr. Eisenbahnw. 1932, S. 46.

wird so angeordnet, dass die Widerstandsdrähte mit dem feststehenden Teile mechanisch verbunden sind, während die die Schleifkontakte führende Schieberstange über ein besonderes Kupplungsglied mit dem die Relativbewegungen ausführenden Teil in Verbindung steht. Das Kupplungsglied sorgt dafür, dass nur Bewegungen in Richtung der Schieberstange registriert werden. Die Empfindlichkeit, d. i. die Ordinatenteilung des Oszillogrammes, kann durch Veränderung der Betriebsspannung der



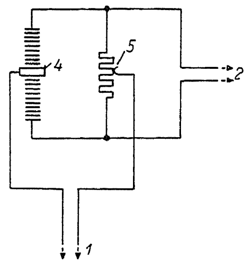


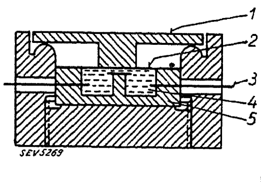
Fig. 1. Fig. 2.
Aufnahmegerät für
Schwingungsbewegungen. Beschleunigungen.
1 Stromquelle, *2* Oszillograph, *3* Schieberstange, *4* Gewicht, *5* Nullstellung.

Brücke reguliert werden. Zur Eichung ist die Schieberstange mit Anschlägen ausgestattet, wodurch für einen bestimmten Wert der Schwingungsamplitude der Ausschlag des Oszillographen ermittelt werden kann. Praktisch wird nur das Aufnahmegerät an dem zu untersuchenden Wagen montiert, während Oszillograph, Stromquellen und Regulierwiderstände in einem besonderen Messwagen untergebracht sind.

Das Aufnahmegerät zum Umsatz der Beschleunigungen in proportionale elektrische Ströme beruht auf dem Prinzip des Kontaktmikrophons. Eine Reihe dünner Kohleplättchen ist zu einer Säule geschichtet und durch ein Gewicht belastet. Unter dem Einfluss der Schwere übt das Gewicht einen Druck auf die Säule aus, welcher deren Widerstand beeinflusst. Treten nun Erschütterungen auf, die das aufgesetzte Gewicht zusätzlich beschleunigen, so ändert sich der Widerstand der Säule entsprechend den Erschütterungen. Diese Widerstandsänderungen werden über eine Brückenschaltung mittels des Oszillographen registriert. Fig. 2 zeigt die Anordnung schematisch. Das Gewicht ist zwischen zwei Kohlesäulen angeordnet. Mittels der Nullstellung wird im Ruhezustand der Strom in der Oszillographenschleife zum Verschwinden gebracht. Die Wahl eines bestimmten Messbereiches ist durch Veränderung der mechanischen Vorspannung der Kohlesäulen, der Betriebsspannung und des Gewichtes möglich. Die Eichung wird durch zusätzliche Gewichtsbelastungen durchgeführt. Solche Kohledruckempfänger müssen mit einer besonderen Erschütterungseinrichtung künstlich gealtert werden. Zur Registrierung von Beschleunigungen in horizontaler Richtung können die Kohlesäulen horizontal angeordnet werden, wobei das Gewicht zweckmässig pendelartig aufzuhängen ist.

Auch zur Registrierung grosser Druckkräfte, die z. B. bei Werkzeugmaschinen vorkommen, kann man kleine Bewegungen in Widerstandsänderungen verwandeln [4]). Fig. 3 zeigt eine solche Druckdose schematisch. Ein aus Isoliermaterial bestehendes, sog. Messelement enthält einen Hohlraum, der durch eine halbhohe Scheidewand in zwei Kammern geteilt ist. In jede der beiden mit einem flüssigen Leiter gefüllten Kammern führt eine Elektrode zur Verbindung mit dem äusseren Stromkreis. Nach oben ist der Hohlraum durch eine Bronzehaut abgedeckt. Der zu messende Druck wirkt auf die Stahlmembran. Diese erleidet dadurch eine elastische Verformung, so dass der Flüssigkeitsquerschnitt zwischen Bronzehaut und Scheidewand und somit der Widerstand zwischen den Elektroden eine Funktion des auf die Stahlmembran ausgeübten Druckes ist. Diese Dosen werden ebenfalls in Brükkenschaltung benutzt. Bereits bei Durchbiegungen von einigen 10 μ ergeben sich mit einem Milliamperemeter gut messbare Werte. Beim Oszillographieren betreibt man die Brücke mit Wechselstrom, so dass das gesuchte Bild des Druck-, bzw. Dehnungsverlaufs gleich mit der Zeitmarkierungsfrequenz «geriffelt» erscheint, was auch bei den oben beschriebenen Messverfahren möglich wäre.

Grössere Bedeutung hat auch die Messung von Druck, Dehnung und Drehmoment auf kapazitivem Wege erlangt [5]). Fig. 4 zeigt eine solche Druckmessdose schematisch. Die Druckkraft kommt hier über ein Druckstück auf den Dehnungskörper zur Wirkung, verformt diesen und ändert damit die Kapazität des Kondensators durch Verkleinerung des Abstandes seiner Beläge. Der Dehnungskörper ist dabei so bemessen, dass er genügend unter der Elastizitätsgrenze belastet wird, wodurch sich sehr kurze Einstellzeiten (Grössenordnung 0,001 Sekunden) ergeben. Auch bleiben die bei Aenderung der Kraft durch die Verformung sich ergebenden Messwege klein genug, dass sie auf den zu beobachtenden Vorgang nicht merklich rückwirken. Die Notwendigkeit, die Kapazitätsänderungen zur Registrierung mit dem Oszillographen in Gleichstromände-



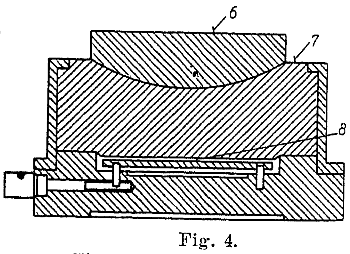


Fig. 3. Fig. 4.
Ohmsche Druckmessdose. Kapazitive Druckmessdose.
1 Stahlmembran, *2* Bronzehaut, *3* Elektrode, *4* Elektrolyt, *5* Messelement, *6* Druckstück, *7* Dehnungskörper, *8* Kondensator.

[4]) H. Opitz, Stahl und Eisen, 1933, S. 602.
[5]) Hoff u. Dahl, Stahl und Eisen, 1933, S. 593; Schropp, Z. VDI, 1933, S. 737.

rungen auszudrücken, macht dabei ein Hochfrequenzgerät erforderlich. Dieses enthält einen Hochfrequenzgenerator, dessen Schwingungskreis mit einem zweiten gekoppelt ist. Beide Schwingungskreise sind aufeinander in den Bereich der Resonanzkurve abgestimmt, wobei einem der beiden Kreise die Messdose als verstimmendes Organ parallel geschaltet ist. Der Druck auf die Messdose beeinflusst damit den Grad der Verstimmung, also auch die Hochfrequenzamplitude im zweiten Kreise. Diese Hochfrequenzamplituden-Aenderungen drükken sich im Anodenkreis eines Richtverstärkers als Gleichstromänderungen aus. So entspricht jeder Druck einem bestimmten Gleichstrom, der die Oszillographenschleife durchfliesst. Fig. 5 zeigt die Schaltung.

Ist die Messdose einmal hinsichtlich der Abhängigkeit der Kapazität vom Druck geeicht, so lässt sich das Hochfrequenzgerät, welches häufig schwer nachprüfbaren Einflüssen unterliegt, in seiner Eichung kontrollieren oder nacheichen, indem man an Stelle der Druckdose einen geeichten Kon-

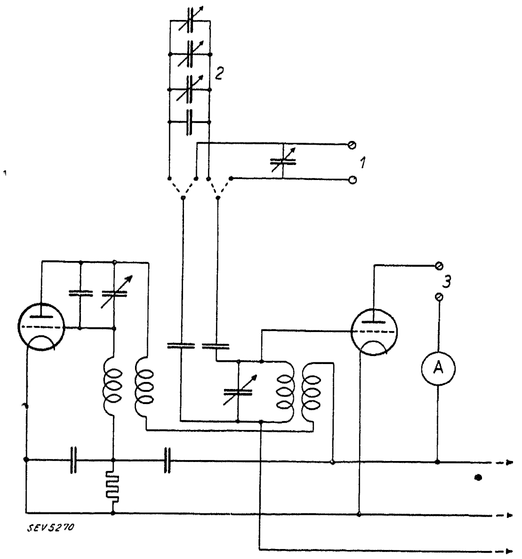


Fig. 5.
Hochfrequenzgerät zum Registrieren der Kapazitätsänderungen.
1 Messdose, 2 Eichkondensator, 3 Oszillograph.

densator anschaltet. So kann man die einmal durch Gewichtsbelastung oder durch Vergleich mit einer hydraulischen Dose aufgenommene Eichkurve jederzeit auf einfache Weise elektrisch nachahmen. Der Druckmessbereich lässt sich bei gegebener Dose durch Veränderung der Einstellung des Hochfrequenzgerätes den jeweiligen Verhältnissen anpassen. Gut reproduzierbare Messergebnisse und störungsfreies Arbeiten einer solchen Hochfrequenzanordnung setzten natürlich weitgehende Abschirmungsmassnahmen voraus.

Zu Drehmomentmessungen bleibt die Hochfrequenzanordnung die gleiche, nur wird die Druckmessdose durch einen Drehmomentmesser ersetzt, bei dem Kondensatorplatten in Verbindung mit einem Verdrehungsstück so angeordnet sind, dass sie unter dem Einfluss eines Drehmomentes ihren Abstand ändern. Solche Drehmomentmessungen wurden ebenfalls speziell bei Untersuchungen an Werkzeugmaschinen, und zwar beim Drehen, Fräsen und Bohren durchgeführt.

Weitere Anwendungen des Oszillographen zur Untersuchung nichtelektrischer Vorgänge betreffen die Instrumententechnik [6]), die Feststellung des Reibungsfehlers, der Eigenfrequenz sowie der Zahl und Grösse der Ueberschwingungen der beweglichen Systeme von Zeigerinstrumenten. Dabei wird nur der optische Teil des Oszillographen benutzt und an Stelle einer Meßschleife das zu untersuchende Instrument selbst — mit einem entsprechenden Spiegel versehen — in den Lichtweg gebracht. Der Spiegel ist an der Achse, am besten in der Verlängerung der mathematischen Achse des beweglichen Systems anzubringen. Die Masse des Spiegels muss klein sein gegenüber der der übrigen bewegten Teile. Um das Instrument in der Gebrauchslage untersuchen zu können, benutzt man zusätzliche, feststehende Spiegel zur Führung des Lichtzeigers. Einfacher als die Anbringung eines Spiegels an der Instrumentachse ist es meistens, den Zeiger selbst als schattengebenden Körper in den Lichtweg zu bringen und dabei das Oszillogramm in voller Breite mit einer bekannten Frequenz zu beschreiben, so dass der Zeigerverlauf das Oszillogramm als Schattenlinie durchkreuzt. Zur Feststellung der Eigenfrequenz, der Beruhigungszeit und der Zahl der Ueberschwingungen genügt es, an zwei Stellen der Skala — am Nullpunkt und am Normalausschlag — je einen Spiegel anzubringen, der dann in den betreffenden Augenblicken vom Zeiger beschattet wird. Für die letztgenannten Messungen ist das Zeigersystem mechanisch anzustossen und ausschwingen zu lassen. Dagegen ist es zur Feststellung des Reibungsfehlers und der Grösse der Ueberschwingungen nötig, die Ausschläge des Zeigersystems durch die betreffende elektrische Messgrösse hervorzurufen, die zu diesem Zwecke um verschieden grosse Beträge sowohl langsam stetig als auch plötzlich zu verändern ist. — Die sich ergebenden Oszillogramme, welche den zeitlichen Verlauf der Bewegung des Zeigersystems und je nach der festzustellenden nichtelektrischen Grösse noch eine Zeitmarkierung und unter Umständen auch den zeitlichen Verlauf der den Zeigerausschlag bewirkenden elektrischen Grösse enthalten, dienen dann zur Ermittlung der gesuchten nichtelektrischen Daten des Messinstrumentes.

[6]) P. M. Pflier, Siemens-Z. 1933, Heft 5.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Physikalische Vorgänge bei der Elektrofilterung.

621.359.4

Die Physik der Elektrofilterung (elektrische Gasreinigung) wurde in den letzten Jahren durch experimentelle und theoretische Untersuchungen in mancher Hinsicht abgeklärt; im einzelnen blieb aber immer noch vieles zu tun übrig.

Die Schwierigkeiten dieses Arbeitsgebietes beruhen zum Teil darauf, dass die in der Gasentladungsphysik vorausgesetzte «Reinheit» der Elektroden und Gase hinfällig ist, denn hier handelt es sich um Vorgänge an betriebsmässig verschmutzten Elektroden und um staubbeladene Gase. Ferner sind die Untersuchungen erschwert durch die Mannigfaltigkeit der Versuchsparameter, wie Art, Temperatur und Feuchtigkeit des Gases, Art des Staubes, Gestalt und Anordnung der Elektroden usw. Die vielgestaltige Problemstellung der Elektrofilterpraxis gestattet lediglich eine beschränkte theoretische Erfassung der physikalischen Sachlage und zwingt dazu, auch die experimentelle Untersuchung stets etwas schematisiert vorzunehmen. Man kann übrigens schon an einfachen Anordnungen, wie «Spitze—Platte» oder «Draht in

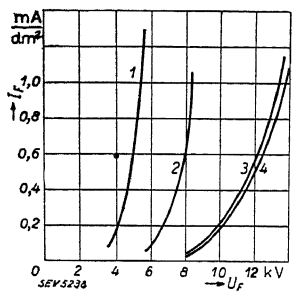


Fig. 1.
Sprühstrom-Charakteristik in verschiedenen Gasen.
1 Stickstoff.
2 Wasserstoff.
3 Luft.
4 Sauerstoff.

koaxialem Zylinder» (Röhrenfilter) Erkenntnisse gewinnen, die, sinngemäss übertragen, auch für die Praxis wertvolle Aufschlüsse geben; jedenfalls sind sie geeignet, die wesentlichen physikalischen Grundphänomene der Elektrofilterung erkennen zu lassen.

Es ist zweckmässig, im Mechanismus zwei Gruppen von Vorgängen auseinanderzuhalten, nämlich einerseits diejenigen, die mit der elektrischen Entladung als solche verbunden sind, und anderseits jene, welche die Aufladung, den Abtransport und die Niederschlagung der auszufilternden Teilchen umfassen.

Die Elektrofilter arbeiten mit Koronaentladung an einer Sprühelektrode (Spitze, Draht), der man ein ausreichend hohes, *negatives* Potential erteilt, negativ, weil in diesem Falle die Ueberschlagsspannung höher liegt.

Im staubfreien Gas und zwischen sauberen Elektroden weist die Koronaentladung eine monoton steigende Strom-Spannungscharakteristik auf, die sich von der «Anfangsspan-

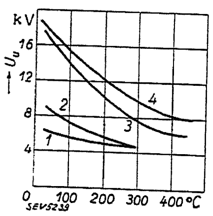


Fig. 2.
Temperaturabhängigkeit der Überschlagsspannung (U_0) verschiedener Gase im Rohrfilter.
1 Stickstoff.
2 Wasserstoff.
3 Luft.
4 Sauerstoff.

nung» bis zur «Ueberschlagsspannung» erstreckt (Fig. 1). Mit wachsender Strömungsgeschwindigkeit verschiebt sich die Koronacharakteristik nach rechts, die Ueberschlagsspannung steigt. Umgekehrt wandert die Charakteristik mit steigender Gastemperatur nach links, die Ueberschlagsspannung sinkt gemäss Fig. 2. Die Ursache dieses Verhaltens der «reinen» Koronacharakteristik ist noch nicht mit Sicherheit anzugeben. Die naheliegende Annahme einer Beeinflussung der Ionenströmung könnte den Befund quantitativ kaum erklären, da die Ionengeschwindigkeit sehr viel grösser ist als die benutzten Gasströmungsgeschwindigkeiten. Jedoch kann die Erscheinung ganz gut mit Temperatur-, bzw. Gasdichteänderungen in der Nähe der Sprühelektrode zusammenhängen und wäre dann plausibel zu erklären durch die in der Koronazone auftretende Temperatursteigerung des Gases, bzw. deren Kompensation durch die Gasströmung. *Townsend* hat unter der Voraussetzung, dass an der Sprühdrahtoberfläche gerade die Anfangsfeldstärke herrscht, für die Rohrfiltercharakteristik den Ausdruck

$$j = \frac{2\,k}{R^2 \cdot \ln R/r} \cdot U(U - U_0)$$

hergeleitet, wo j den Strom pro Längeneinheit des Sprühdrahtes, U die Filterspannung, U_0 die Anfangsspannung, R bzw. r der Radius des Aussenzylinders, bzw. des Sprühdrahtes und k die Ionenbeweglichkeit bedeuten. Trägt man j/U als Funktion von U auf, so ergibt sich nach dieser Formel eine Gerade, welche die Spannungsaxe bei der Anfangsspannung schneidet (reduzierte Charakteristik), was mit den Versuchsergebnissen gut übereinstimmt. Nur die Ionenbeweglichkeit k macht Schwierigkeiten, da hier Werte einzusetzen wären, die erheblich grösser sind (in Luft etwa 50 %) als die anderweitig bekannt gewordenen.

Sind kleine Partikel, als Staub, Rauch, Nebel usw., im Gas suspendiert, so können sie die Entladung im Filter durch ihre Wirkung im Gasraum (Raumladung) und auf der Niederschlagselektrode (NE) beeinflussen. Es sei ϱ der Teilchenradius, $\mathfrak{E}$ die elektrische Feldstärke im Filterraum und $\varkappa$ eine Konstante zwischen 1 und 3; dann beträgt die Ladung des Teilchens im Gasraum nach *Ladenburg* $q = \varkappa \cdot \varrho^2 \cdot \mathfrak{E}$.

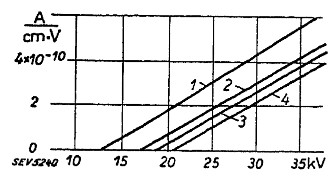


Fig. 3.
Reduzierte Charakteristiken in reiner und in staubhaltiger Luft bei einer Sprühstärke von 0,6 mm.
1 Reinluft.
2 Gichtstaub.
3 Flugasche.
4 Zement.

Durch die vielen geladenen Teilchen wird das elektrische Feld im Filterraum homogenisiert und die Anfangsspannung erhöht. Die reduzierte Charakteristik zeigt sich gegen die Charakteristik in reinem Gas einfach parallel verschoben, und zwar um einen Betrag, der nach *Deutsch* numerisch gleich ist der gesamten Staubladung in einer Querschnittschicht von 1 cm Dicke. Messergebnisse sind in Fig. 3 aufgetragen; sie stimmen bis auf etwa 10 % mit der Rechnung überein.

Der Staub setzt sich an der Niederschlagselektrode ab und bildet eine Schicht, die Inhomogenitäten, wie Spitzen, Löcher u. dgl., aufweist, eine Oberflächenladung trägt und unter Umständen schlecht leitet. Sie gibt Veranlassung zu zwei sehr störenden Erscheinungen: *Rücksprühen* und *herabgesetzte Ueberschlagsspannung.* Beide Effekte machen im praktischen Filterbetrieb grosse Schwierigkeiten, weil sie bei gewissen Staubarten die Filterwirkung stark beeinträchtigen können und sind zudem einer analytischen Behandlung nur beschränkt zugänglich.

Man könnte zunächst vermuten, die Spitzen der Staubschicht seien schuld am Rücksprühen. Allein, ein einfacher Versuch «negative Spitze — Platte mit Spitze variabler Höhe» belehrt darüber, dass bereits für eine einzelne Spitze ein relativ grosses Herauswachsen nötig ist, bis positives Rücksprühen einsetzt; um so mehr muss dies für viele Spitzen der Fall sein. Ferner ist es nämlich für den Rücksprüheffekt ziemlich gleichgültig, ob man den Staubbelag glattwalzt oder nicht. Viel plausibler dagegen scheint die Erklärung des Rücksprühens als ein Phänomen nach Analogie der bekannten Trichterentladungen; legt man auf die Platte einer Versuchsanordnung «negative Spitze — Platte» eine isolierende Scheibe, in die kleine Löcher gebohrt sind, so tritt an diesen Löchern ein Rücksprühen auf. Die Einengung der Strombahnen durch

die feinen Kanäle und Poren der Staubschicht hat einen Verlust an Trägern zur Folge, der durch Stossionisation in den Kanälen kompensiert werden muss, genau so, wie an einer künstlich eingeengten Stelle der positiven Säule eines Glimmstromes die Ionisation anzusteigen gezwungen ist.

Daneben wird die Rücksprüherscheinung hauptsächlich durch die Leitfähigkeit der Staubschicht bestimmt, was Fig. 4

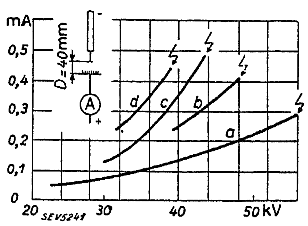


Fig. 4.
Positives Rücksprühen von Persilstaub.
a Charakteristik ohne Staubbelag.
b—d Charakteristiken mit Persilstaubbelag in verschiedenen Stadien zunehmender Austrocknung.

belegt, wo Charakteristiken (Staubbelag aus Persil) in verschiedenen Stadien zunehmender Austrocknung aufgetragen sind. Gleichzeitig zeigt Fig. 4, wie stark hier die Ueberschlagsspannung (ϟ) mit zunehmender Austrocknung abfällt.

Geht man von einem sauberen, staubfreien Zustand des ganzen Filters aus und trägt als «Betriebskurven» die Stromaufnahme und die Ueberschlagsspannung über der Betriebsdauer auf, so ergeben sich Kurven, deren charakteristischer Verlauf in Fig. 5 (Rohrfilter, mit Flugasche beschickt) zum Ausdruck kommt; die Ueberschlagsspannung fällt monoton ab, dagegen durchläuft der Staubsprühstrom (Kurve *b*) interessanterweise ein ausgeprägtes Maximum. Zur Erklärung dieses Maximums kann man sich etwa denken, der Staubsprühstrom (d. h. das Rücksprühen) sei ein Struktureffekt in dem Sinne, dass bei dicker werdendem Staubbelag ein Ausfüllen der Poren und Bildung einer nahezu glatten Oberfläche stattfindet; es existiert also offenbar eine kritische Bedeckung, bei der maximales Rücksprühen eintritt.

Die Wirksamkeit des Elektrofilters besteht in dem kontinuierlich erfolgenden Transport suspendierter Staubteilchen aus dem Trägergas zur NE. Als hauptsächlichste Kraft, die den Teilchen eine zur Abscheidung ausreichende Geschwindigkeit erteilt, wirken die rein elektrischen Kräfte, die von der Aufladung der Teilchen und dem elektrischen Feld im Filter herrühren. Bei verhältnismässig groben Schwebeteilchen kann ferner im Gasstrom infolge der Zentrifugalkräfte eine Bevorzugung der auf die NE gerichteten Geschwindigkeit eintreten; die elektrisch erreichten Wanderungsgeschwindigkeiten werden dadurch merklich erhöht. Diese Wirkung wird vom elektrischen Wind (der von den einzelnen Glimmpunkten ausgeht) in dem Sinne unterstützt, als ja der mit beträchtlicher Geschwindigkeit aufprallende Windstrahl unmittelbar an der NE eine scharfe Umlenkung erfährt.

Die theoretischen Ansätze zur rechnerischen Behandlung des Abscheidemechanismus sind durch die Versuche recht gut bestätigt. Schwierigkeiten macht nur die Erfassung des elektrischen Windes. Um den Abscheidevorgang quantitativ verfolgen zu können, ohne durch den elektrischen Wind gestört zu werden, hat man bei den Versuchen eine räumliche Unterteilung des Filters in Aufladezone und Abscheidezone vorgenommen. Die Versuche haben ergeben, dass auch in quasihomogenen (d. h. in nichtsprühenden) Feldern Abscheidung von vorher aufgeladenem Staub möglich ist, und zwar beobachtet man Wanderungsgeschwindigkeiten, die mit den im normalen Sprühfilter gut übereinstimmen. Man darf daraus den für die Praxis sehr wichtigen Schluss ziehen, dass dem elektrischen Wind im Abscheidungsmechanismus nun wohl doch nicht die grosse Bedeutung zukommt, die ihm

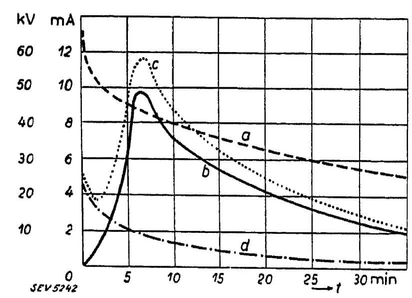


Fig. 5.
Zeitliche Aenderungen von Strom und Rücksprüheffekt eines Rohrfilters.
a Ueberschlagsspannung (linke Skala)
b Staubsprühstrom.
c Gesamtstrom.
d Idealer Filterstrom.

des öftern zugeschrieben worden ist. Die Berücksichtigung der durch ihn erzeugten Turbulenz des Gasstaubgemisches ist gar nicht nötig, um die in der Praxis beobachteten hohen Abscheidungsgrade zu erklären; vielmehr dürfte die natürliche Turbulenz des immerhin mit Geschwindigkeiten von 1 bis 5 m/s strömenden Gases vollkommen für eine stetige Durchmischung des Staubes und seine immer wieder herzustellende gleichmässige Verteilung ausreichen. — (G. Mierdel und R. Seeliger, Arch. f. Elektrotechnik, Bd. 29 [1935], H. 3, S. 149.) *H. B.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Untersuchungen von Radiostörfeldern mit tragbarem Messgerät.

621.396.82.0014

Oft lässt es sich nicht vermeiden, Radioempfangsanlagen im Störfeldbereich von Freileitungen aufzustellen. In solchen Fällen kann die Kenntnis der Grösse und Struktur des Störfeldes eventuell nützliche Anhaltspunkte für sachgemässe, *empfangsseitige Entkopplungsmassnahmen* bieten.

Das Radiostörfeld hat die Eigenart, ein mindestens teilweise kontinuierliches Frequenzspektrum aufzuweisen. Zwar könnten beispielsweise durch die Lamellenfrequenz an störenden Motoren oder durch die Betriebsfrequenz an störenden Isolatoren diskrete Fourierkomponenten erwartet werden; allein, geringfügige Schwankungen der Grundfrequenz und verschiedener Einsatz des Sprühens an Isolatoren bewirken zusammen mit dem relativ kleinen Frequenzabstand der einzelnen Hochfrequenzharmonischen eine Ueberlappung der Einzelvorgänge, die einzelnen Komponenten des Störspektrums ändern sich ständig, das Frequenzenspektrum flackert sozusagen und eine Fourieranalyse ist mit einem tragbaren Aufwand an Messmitteln nicht möglich [1]). Zur quantitativen Formulierung solcher Störspannungen reicht eine Fourierreihe nicht aus; dagegen genügt das Integral

$$u = \int_0^\infty u(f) \cdot \sin\left[2\pi f t + \varphi(f)\right] \cdot df \qquad (1)$$

zur Beschreibung, wo $u(f)$ im wesentlichen durch die Form der Wanderwellen bestimmt ist [2]).

Ein tragbares Störfeldmessgerät soll Einfachheit des Messverfahrens mit räumlich gedrängtem Aufbau und geringem Gewicht vereinen. Diese Bedingungen erfüllt das Suchfrequenzverfahren, eine Ueberlagerungsmethode, die bisher schon bei Untersuchungen an Radiostörquellen gute Dienste leistet [3]). Die bekannte Apparatur muss lediglich so erweitert werden, dass es möglich wird, wahlweise den elektrischen oder magnetischen Feldvektor, oder auch eine Antennen-EMK zu messen.

Beim Suchfrequenzverfahren [4]) wird zunächst das Störspektrum (1) mit einem Frequenzspalt definierter Durchlassbreite $f_2 - f_1$, jedoch veränderbarer mittlerer Durchlassfrequenz $f_m = (f_1 + f_2)/2$ abgetastet und so die Störspannung

[1]) Feldtkeller, Z. techn. Physik, Bd. 14 (1933), S. 456.

[2]) Küpfmüller, Elektr. Nachr. Technik, Bd. 3 (1926), S. 112.

[3]) M. Dick, Bull. SEV 1934, S. 715.

[4]) Alexander, Z. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Bd. 40 (1932), S. 82.

$$U_s = \int_{f_1}^{f_2} U(f) \cdot \sin\left[2\pi f t + \varphi(f)\right] \mathrm{d}f \cong U_f \cdot \int_{f_1}^{f_2} \sin\left[2\pi f t + \varphi(f)\right] \cdot \mathrm{d}f$$

herausgeblendet; dann überlagert man noch vor dem Gleichrichter eine ebenfalls hochfrequente Hilfssenderspannung, die Suchspannung $U_S = U_m \cdot \sin\ (2\pi f_m + \varphi_m)$ mit der mittleren Durchlassfrequenz f_m und einer genau bekannten Amplitude U_m, die mindestens um eine Zehnerpotenz grösser ist als die Störspannung U_s. Vor dem Gleichrichter steht also die Spannung $(U_S + U_s)$ an, die bei quadratischer Gleichrichtercharakteristik durch Quadrieren, mit Unterdrückung hoch-

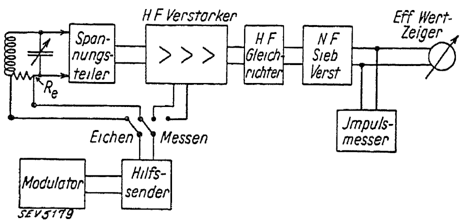


Fig. 1.
Grundsätzlicher Aufbau des Messgeräts.

frequenter und Vernachlässigung kleiner Glieder, nach dem Gleichrichter das niederfrequente Spannungsspektrum

$$U_n = k \cdot U_m \cdot U_f \cdot \int_{f_1}^{f_2} \cos\left[2\pi (f_m - f)\, t + \varphi_m - \varphi(f)\right] \cdot \mathrm{d}f \qquad (2)$$

ergibt.

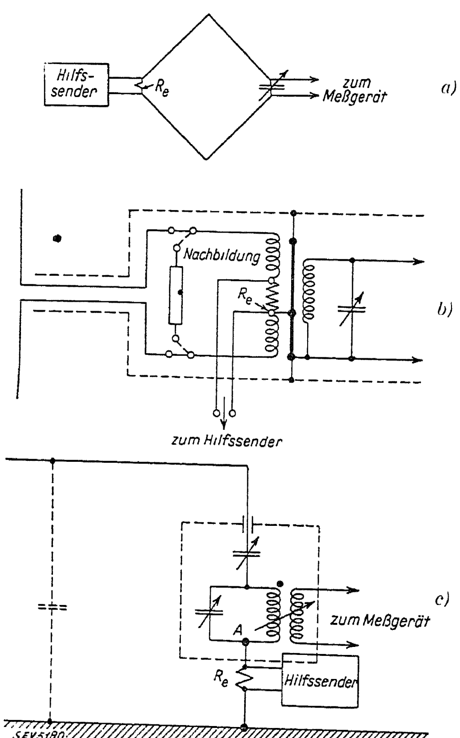


Fig. 2.
Eingangsschaltung des Messgeräts zur Messung
a) des magnetischen Feldvektors,
b) des elektrischen Feldvektors,
c) der Antennen-EMK.

Gesucht ist die Grösse von U_f. Um sie zu ermitteln, wird die Suchspannung U_S in Abwesenheit der Störspannung mit einer ungedämpften Hochfrequenzspannung

$$m \cdot U_m \cdot \sin\left(2\pi f_m^* t\right),$$

deren Frequenz f_m^* etwa 800 Hz kleiner ist als die mittlere Durchlassfrequenz, moduliert, wodurch mit $m \ll 1$ nach dem Gleichrichter die niederfrequente Spannung

$$U_n^* = k \cdot m \cdot U_m^2 \cdot \cos 2\pi (f_m - f_m^*)\, t \qquad (3)$$

entsteht.

Für gleichen Ausschlag am Effektivwertzeiger in den Fällen (2) und (3) ist $U_n = U_n^*$, und da U_m und der Modulationsgrad m bekannt sind, kann U_f bestimmt werden.

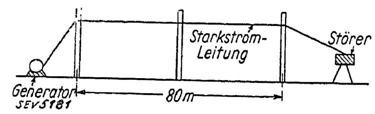


Fig. 3.
Leitungsanordnung am Messort.

Dieser messtechnische Mechanismus führt zum Apparateaufbau Fig. 1 mit den Vorsatzgeräten Fig. 2a, b, c, die je einen Einprägewiderstand R_e enthalten, der klein ist gegen den Wirkwiderstand der abgestimmten Eingangsschaltung und zur Eichung dient.

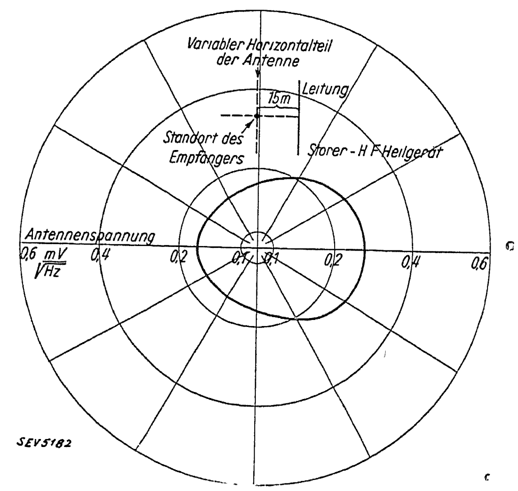


Fig. 4.
Polardiagramm der Stör-EMK einer L-Antenne im Bereich einer Freileitung in Abhängigkeit von der Lage des Horizontalteils der Antenne.

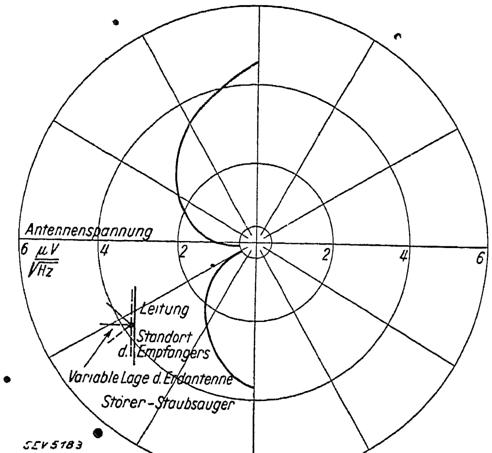


Fig. 5.
Polardiagramm der Stör-EMK einer Erdantenne im Bereich einer Freileitung in Abhängigkeit von der Lage der Erdantenne zur Freileitung.

Für die Eichung wird die Suchspannung ohne und mit Modulation auf den Widerstand R_e gegeben und die an ihm liegende EMK $e_m = i_m \cdot R_e$ durch Messung des Hilfssenderstromes i_m bestimmt, wodurch im Zusammenhang mit dem Spannungsteiler der Effektivwertzeiger am Ausgang des Messgerätes direkt in Modulationsgraden zu eichen ist.

Zur Messung wird die im Eingangskreis wirksame Stör-EMK e_{st} mittels des Spannungsteilers so geregelt, dass die Suchspannung durch die Störspannung mit einem bestimmten Modulationsgrad $m \leq 0,1$ moduliert wird (Kontrolle am geeichten Effektivwertanzeiger). Dann ergibt die Rechnung

$$e_{st} = m \cdot \frac{\ddot{u}_2}{\ddot{u}_1} \cdot e_m$$

wobei $\ddot{u}_1$ und $\ddot{u}_2$ die Spannungsteilverhältnisse bei der Eichung, bzw. bei der Messung bedeuten.

Messungen wurden mit der Versuchsanordnung Fig. 3 ausgeführt. Misst man die Stör-EMK, während der Empfänger auf einer Parallelen zur speisenden Freileitung verschoben wird, so durchläuft die Störintensität Maxima und Minima (2 : 1), die im Polardiagramm Fig. 4, wo als Radius die Stör-EMK und als Winkel (bzw. Bogen) der Weg des Empfängers aufgetragen wurde, deutlich erkennbar sind. Der Störer war in diesem Falle ein nichtentstörtes Hochfrequenz-Heilgerät; empfangen wurde an einer L-Antenne. Ein ganz anderes Beispiel zeigt Fig. 5; hier stand der Empfänger senkrecht unter der Freileitung und war an eine Erdantenne angeschlossen, deren Winkel zur Freileitung verändert und im Polardiagramm ebenfalls als Winkel eingetragen worden ist, während der Radius wieder die Grösse der Stör-EMK angibt. In diesem Falle sind Intensitätsunterschiede von 1 : 50 vorhanden, und es war durchaus nicht jene Lage die günstigste, bei der die Erdantenne senkrecht auf der Freileitung stand, was vermutlich durch eiserne Zäune im Bereich der Freileitung bewirkt wurde. (— A. Dennhardt u. E. H. Himmler, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 12 [1935], H. 2, S. 55.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Die Verbundwirtschaft und Wasserkraftausnützung in der deutschen Elektrizitätsversorgung.

621.311(43)

Im Anschluss an das Referat von A. Koepchen [1]) hielt *W. Zschintsch*, Berlin, an der Essener Elektrotagung im Januar d. J. einen Vortrag über die «Verbundwirtschaft in der deutschen Elektrizitätsversorgung». Er stellte fest, dass der Begriff im «Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft» [2]) seine Verankerung gefunden habe. Verbundwirtschaft bedeute nicht nur die Förderung des technischen und wirtschaftlichen Vorganges, wie er durch den Betrieb zusammengefasster oder durch Kuppelung verschiedener Versorgungsgebiete geläufig sei, sondern Verbundwirtschaft im Sinne des Gesetzes sei Gemeinschaftsarbeit auf allen Gebieten der Elektrizitätswirtschaft, die durch das erwähnte Gesetz zur wichtigsten Grundlage des wirtschaftlichen und sozialen Lebens gemacht worden sei.

Schon in den ersten Anfängen der Elektrizitätswirtschaft habe sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass eine *verschiedenartige Abnehmerschaft* den für eine wirtschaftliche Betriebsführung nötigen Belastungsausgleich herbeiführe und die Voraussetzungen für eine absatzfördernde Tarifpolitik brachte. Mit der Belieferung der Industrie habe das Elektrizitätswerk seine wirtschaftliche Grundbelastung gefunden, die zum Rückgrat der öffentlichen Energieversorgung geworden sei. Durch die Errichtung der Grosskraftwerke auf der Kohle und den Transport elektrischer Arbeit auf grössere Entfernungen sei jene Verbundwirtschaft entstanden, die durch die Zusammenfassung oder Zusammenarbeit *verschiedener Versorgungsgebiete* den nötigen Belastungsausgleich im Kraftwerk wie im Netz möglich machte. Die Verbundwirtschaft ermöglicht, die Bevölkerung ganz allgemein mit billiger elektrischer Energie zu versorgen, ohne die Höhe des Energiepreises vom Ort des Verbrauches abhängig zu machen. Sie erlaube aber auch der Industrie, mit einer gewissen *Freizügigkeit* an die Lösung der ihr durch die Weltwirtschaftslage aufgezwungenen Standortspolitik heranzugehen. Mit dem Ausbau der süddeutschen Wasserkräfte sei ferner das Problem des Energieaustausches und der Spitzendeckung in den Vordergrund getreten, der Lasten- und Spitzenausgleich, der durch den von Jahreszeit und Abnehmerschaft abhängigen Belastungscharakter der Werke erforderlich sei. Die vom Süden nach Norden und von Baden über Württemberg nach Bayern führenden Hochspannungsstrassen ermöglichen, die *Wasserkräfte* in den Dienst der deutschen Volkswirtschaft zu stellen. Der Ausbau des Hochspannungsnetzes, sein Zusammenwachsen mit den vorhandenen und noch zu schaffenden Kraftwerken zu einem festgefügten Leistungsblock biete technisch und elektrisch ein Höchstmass von Sicherheit. Schon heute könne man von einer *deutschen Verbundwirtschaft* sprechen, die drei Forderungen erfülle: günstigste Versorgung der Kleinabnehmerschaft, sichere und billige Versorgung der Grossabnehmerschaft und Schaffung eines grosszügigen Lasten- und Spitzenausgleiches.

[1]) Bull. SEV 1936, Nr. 4, S. 113.
[2]) Bull. SEV 1936, Nr. 1, S. 18.

Wasserkraftausnutzung.

Durch die Essener Tagung ging ein besonders betontes Interesse der deutschen Elektrizitätswirtschaft am *Ausbau der Wasserkräfte*, das besonders im Vortrag von *O. Henninger* seinen Ausdruck fand. Henninger gab zunächst einen interessanten Ueberblick über den Stand des Wasserkraftausbaues im Ausland, unterstützt durch Uebersichtskarten der einzelnen Länder und graphische Darstellungen. Die vom Referenten zusammengestellten neuesten Daten des *Wasserkraftausbaues* dürfen allgemeines Interesse in Anspruch nehmen:

Land	Oberfläche km²	Ausbauwürdige Wasserkräfte Arbeit 10^9 kWh	Ausgebaute Wasserkräfte Arbeit 10^9 kWh
Frankreich	550 986	30,0	8,7
Spanien	511 985	27,0	4,8
Schweiz	41 295	20,0	7,0
Italien	310 137	38,0	15,0
Tschechoslowakei	140 394	6,0	0,3
Europ. Russland	6 002 240	144,0	5,2
Finnland	388 451	8,0	2,0
Schweden	448 439	32,0	8,6
Norwegen	322 681	80,0	11,0
Kanada	9 556 817	190,0	38,0
USA.	7 841 422	315,0	60,0
Japan		70,0	14,7
Deutschland	470 699	31,8	10,8

Diese Zahlen zeigen eindringlich die *reichen Entwicklungsmöglichkeiten* des Wasserkraftausbaues. Anerkennende Worte fand der Referent für die *Schweiz*, die heute über stark abgeschriebene und gut ausgenutzte Anlagen verfüge. Trotzdem sei der Kohlenbedarf ungefähr der gleiche geblieben wie in der Vorkriegszeit. Der Ausbau der Wasserkräfte bringe einen starken Aufschwung des wirtschaftlichen Lebens und des Lebensbedarfes und biete Ersatz für den da und dort in der Kraftwirtschaft verdrängten Kohlenbedarf, eine Feststellung, die im Zentrum des deutschen Kohlenbergbaues gewiss gerne gehört wurde.

An der gesamten statistisch erfassten Elektrizitätserzeugung *Deutschlands* mit 30 Milliarden kWh/Jahr sei der Anteil der Wasserkraftenergie nur 14,3 %. Die Hauptenergiequellen Deutschlands liegen im Süden. Die badischen und bayerischen Mittelgebirge böten günstige Gelegenheiten zum

(Fortsetzung auf Seite 172.)

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*): Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Accumulation d'énergie*): Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage		Exportation d'énergie *)	
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	— 103	— 27	94,8	118,8
Février . . .	332,3		1,4		2,2		2,5		338,4			292	464	— 46	— 60	87,1	
Mars	369,6		0,5		1,9		1,8		373,8			245		— 47		108,5	
Avril	355,6		0,2		1,9		—		357,7			251		+ 6		104,4	
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+ 137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Janvier	**1439,2**	**1582,4**	6,5	4,9	10,1	13,3	9,3	0,9	**1465,1**	**1601,5**	+ 9,3					373,8	469,5

Mois	Distribution d'énergie dans le pays: Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		Différence par rapport à l'année précédente[5])
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5 (2,8)	20,0 (4,5)	15,3 (15,3)	34,5 (34,5)	24,7	22,7	54,9 (2,3)	49,9 (1,7)	263,5	245,3	283,9 (20,4)	286,0 (40,7)	+ 0,7
Février . . .	104,3		44,2		15,9		17,4		21,5		48,0		228,6		251,3		
Mars	106,5		44,8		16,6		23,5		22,0		51,9		234,0		265,3		
Avril	95,6		44,4		20,1		23,1		17,7		52,4		214,8		253,3		
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Janvier	458,3	457,8	197,0	182,0	72,1 (16,1)	75,0 (19,2)	58,4 (58,4)	121,7 (121,7)	93,9	91,5	211,6 (14,8)	204,0 (8,1)	**1002,0**	983,0	**1091,3** (89,3)	**1132,0** (149,0)	+ 3,7 (66,8)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

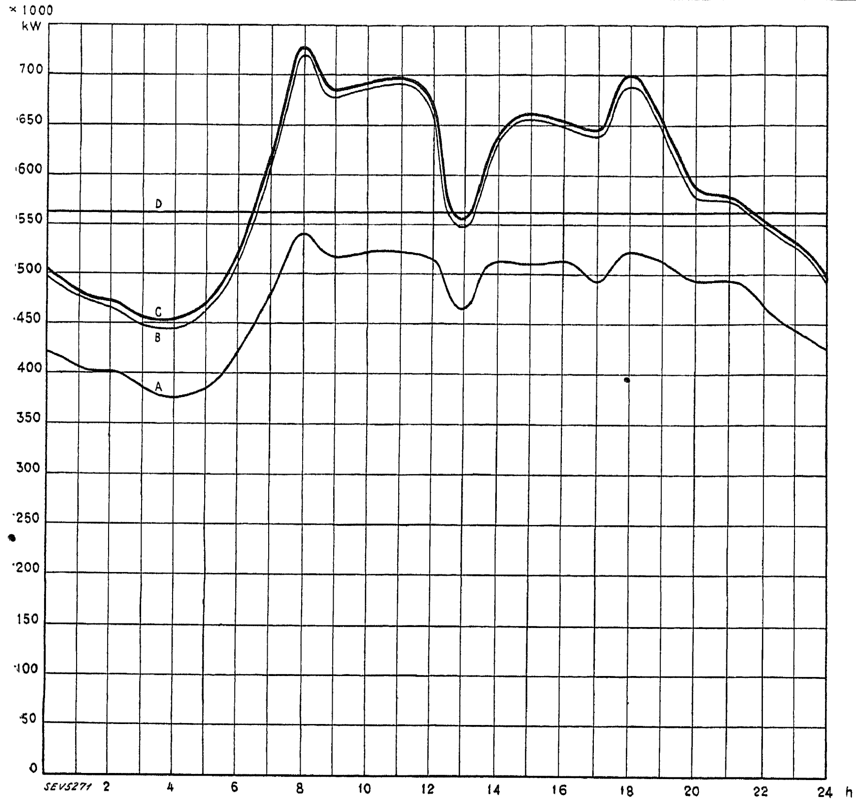
[2]) Chaudières à électrodes.

[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

Diagramme de charge journalier du mercredi 15 janvier 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	562
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1217

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

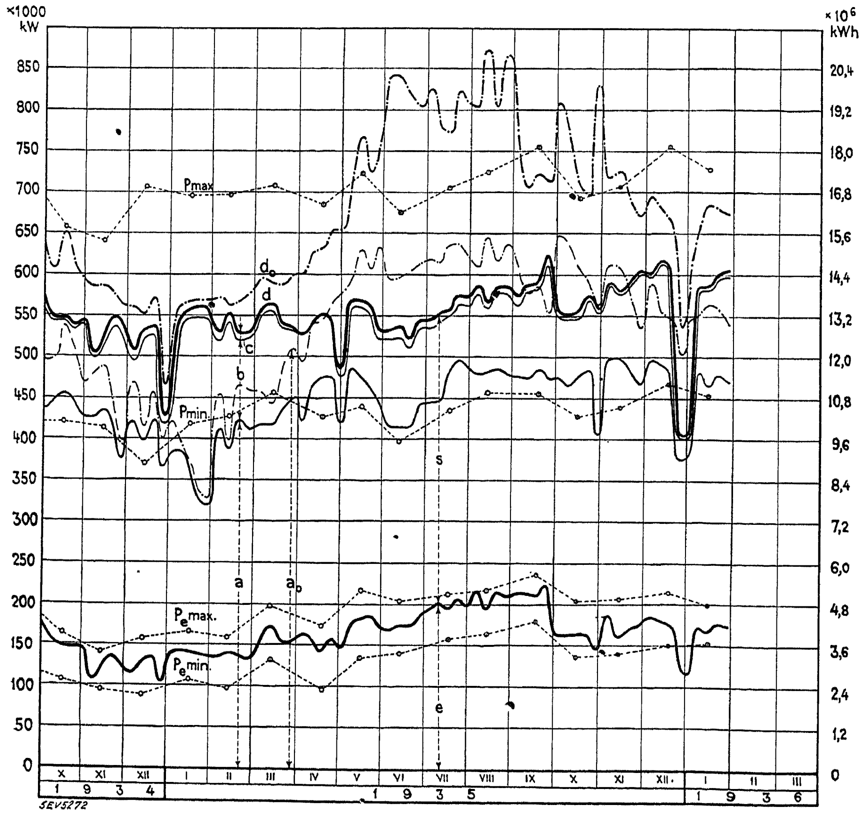
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,2
Usines à accumulation saisonnière	2,7
Usines thermiques	0,1
Production, mercredi le 15 janvier 1936	14,0
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 15 janvier 1936	14,1
Production, samedi le 18 janvier 1936	12,4
Production, dimanche le 19 janvier 1936	9,9

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, octobre 1934 à janvier 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Bau von Hochdruckspeicherwerken. Auch in Mittel- und Norddeutschland seien noch gute Wasserkräfte vorhanden. Für die Deckung der Bedarfsspitzen seien in den Hauptverbrauchszentren Mitteldeutschlands, so auch im Ruhrgebiet, hydraulische Akkumulierwerke mit hoher Maschinenleistung erstellt worden. *Deutschland müsse den Ausbau der Wasserkräfte weiter fördern.* Wenn auch die Erstellung von Wärmekraftwerken geringeren Kapitalbedarf erfordere, so bleibe die Tatsache immer bestehen, dass nach Ueberwindung des anfänglich hohen Kapitaldienstes die Wasserkraftenergie die billigste Kraftquelle biete. Daher machen auch kohlenreiche Länder grosse Anstrengungen auf dem Gebiete des Wasserkraftausbaues. Damit werde der *Grundstock für die Kraftwirtschaft der Zukunft* gelegt. Dasjenige Land, das frühzeitig seine Wasserkräfte ausbaue, werde in der Zukunft mit abgeschriebenen Anlagen sicherer als jedes andere Land den wirtschaftlichen Konkurrenzkampf bestehen können und gleichzeitig den beschränkt vorkommenden und vergänglichen Rohstoff Kohle zu hochwertigerer Ausnützung und auf längere Dauer zur Verfügung haben. Durch die Wasserkräfte würden Ewigkeitswerte des Volksvermögens erschlossen. *Hy.*

Production d'énergie électrique en France en 1935.

31 : 621.311(44)

Les 68 entreprises de production d'énergie électrique les plus importantes ont produit en

Usines	1934 10^6 kWh	1935 10^6 kWh
Energie thermiques	4 215	3 870
Usines hydrauliques	6 487	7 190
Production totale	10 702	11 060

Ces chiffres représentent environ 94 % de l'énergie électrique produite par les usines qui ont débité sur les réseaux de distribution, abstraction faite des exploitations minières et métallurgiques (71 % si l'on tient compte de ces dernières exploitations). — (Rev. Chauff. électr. févr. 1936.)

Bannalpwerk.

621.311.21(494)

Das Bannalpwerk, über das unsere Leser wiederholt orientiert wurden[1]), ist, wie man weiss, zur Zeit im Bau. Das der Ausführung zugrunde liegende Projekt ist in der Schweiz. Bauzeitung vom 22. Februar 1935 durch A. Biveroni, Bevers (Bauleiter), und A. L. Caflisch, Zürich, in hydrologischer, bautechnischer und maschinentechnischer Hinsicht eingehend beschrieben; es finden sich in dieser interessanten Veröffentlichung auch einige gute Photographien.

[1]) Bull. SEV 1934, S. 162, 374 und 416; 1935 S. 112.

La cuisine électrique en France.

31 : 621.311(44)

L'enquête effectuée par la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité (AP — EL) en France et Afrique du Nord a révélé d'après la revue BIP de mars 1936 pour 1935 un accroissement de 36 000 appareils installés, contre 32 000 en 1934, uniquement pour le matériel domestique. Voici les étapes qu'a franchies la cuisine à l'électricité:

Tableau I.

Années	1931	1932	1933	1934	1935
Nombre total d'appareils domestiques en service . . .	16 000	31 000	50 000	82 000	118 000

Au 30 septembre 1935, sur les réseaux des 267 compagnies distributrices, dont 248 pour la métropole totalisant 34 millions d'habitants et près de 8 millions d'abonnés, il existait en service:

14 090 fours domestiques, au lieu de 10 588 en 1934 — puissance totale 14 994 kW.
58 874 réchauds de cuisine, au lieu de 43 655 en 1934 — puissance totale 124 005 kW.
38 463 cuisinières, au lieu de 21 234 en 1934 — puissance totale 169 897 kW.
6 455 auto-cuiseurs, au lieu de 5 974 en 1934 — puissance totale 8 207 kW.

243 immeubles de rapport divisés en appartements étaient entièrement équipés avec du matériel électrique de cuisine et totalisaient 5 895 appartements.

Pour ce qui concerne la cuisine commerciale, il faut noter que 422 restaurants sont électrifiés, contre 272 en 1934.

Les tableaux II et III donnent les résultats détaillés de cette enquête.

Développement des installations domestiques. Tableau II.

Régions	Fours Nombre	Réchauds de cuisine Nombre	Auto-cuiseurs Nombre	Cuisinières Nombre	Immeubles de rapport divisés en appartements, entièrement équipés: Nombre d'immeubles	Nombre d'appartements	Puissance totale en kW
Région parisienne .	8 278	12 772	45	11 451	183	5 398	15 650
Province	5 208	45 098	6 408	24 591	55	421	2 023
Afrique du Nord .	604	1 004	2	2 421	5	76	381
Total	14 090	58 874	6 455	38 463	243	5 895	18 054

Développement des installations commerciales. Tableau III.

Régions	Nombre total d'installations: 657 — Restaurants		Réfectoires et cantines scolaires		Cuisines d'hôpitaux sanatoria et cliniques		Laboratoires de charcuteries et pâtisseries		Fours isolés. Total: 1845 — Charcuteries	Boulangeries Pâtisseries	Restaurants et Hôtels Réfectoires	Biscuiteries	Puissance totale
	Nombre	Puissance	Nombre	Puissance	Nombre	Puissance	Nombre	Puissance	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	kW
Région parisienne	45	4 352	48	3 803	9	1 653	17	436	500	150	92	4	5 228
Province	353	3 721	50	1 427	47	5 072	62	784	528	259	242	32	7 535
Afrique du Nord	24	289	1	10	1	18			8	7	23		207
Total	422	8 362	99	5 240	57	6 743	79	1 220	1 036	416	357	36	12 970

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

		Kraftwerk Sernf-Niederenbach Schwanden		E. W. Burgdorf		Licht- u. Wasserwerke Langenthal		E. W. St. Moritz	
		1934/35	1933/34	1934	1933	1934	1933	1934/35	1933/34
1. Production d'énergie	kWh	68 334 180	74 514 490	351 000	254 480	—	—	5 093 150	
2. Achat d'énergie	kWh	—	—	4 057 400	3 937 800	7 811 466	7 719 250	1 700 900	
3. Energie distribuée	kWh	68 334 180	74 514 490	4 025 630	—	—	—	6 743 250	6 589 180
4. Par rapp. à l'ex. préc.	%	— 8,3		ca. + 10	—	+ 1,2	—	+ 2,3	—
5. Dont énergie à prix de déchet	kWh	30 193 050		—	—	—	—	113 000	50 577
11. Charge maximum	kW	19 500		990	962	1 553	1 525	2 145	2 100
12. Puissance installée totale	kW	—		—	—	9 012	8 563	13 008	—
13. Lampes	nombre	—		—	—	32 135	30 599	48 567	—
	kW	—		—	—	1 586	1 521	1 975	—
14. Cuisinières	nombre	—		—	—	172	142	1 152	—
	kW	—		—	—	842	661	3 725	—
15. Chauffe-eau	nombre	—		—	—	788	696	441	417
	kW	—		—	—	1 110	993	909	866
16. Moteurs industriels	nombre	—		—	—	941	887	545	—
	kW	—		—	—	2 533	2 447	1 078	—
17. Installations de chauff.	nombre	—		—	—	10 55	1 027	47	43
	kW	—		—	—	970	945	705	664
21. Nombre d'abonnements		—		3 939	3 817	—	—	2 193	2 135
22. Recette moyenne par kWh	cts.	2,436		—	—	6,27	6,47	—	—
Du bilan:									
31. Capital social	fr.	7 500 000		—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme	»	11 000 000		—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative	»	—		—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation	»	—		275 299	328 365	235 700	243 700	2 750 000	2 750 000
35. Valeur comptable des inst.	»	21 537 881		302 699	382 112	215 699	223 699	2 593 900	2 631 000
36. Portefeuille et participat.	»	—		—	—	—	—	—	—
Du Compte Profits et Pertes:									
41. Recettes d'exploitation	fr.	1 664 934		482 066	460 992	488 833	498 966	613 782	618 044
42. Revenu du portefeuille et des participations	»	—		—	—	2 694	3 573	—	—
43. Autres recettes	»	13 730		23 805	23 542	12 062	11 730	6 778	16 386
44. Intérêts débiteurs	»	540 755		11 283	11 910	10 966	11 565	175 000	175 000
45. Charges fiscales	»	188 548		—	—	—	—	—	—
46. Frais d'administration	»	23 165		48 515	55 161	35 295	36 430	80 578	79 657
47. Frais d'exploitation	»	452 560		33 048	38 213	53 213	82 645	138 985	139 239
48. Achats d'énergie	»	—		140 411	135 156	237 039	232 086	102 126	109 023
49. Amortissements et réserves	»	245 801		112 948	87 858	57 879	51 797	83 899	60 343
50. Dividende	»	225 000		—	—	—	—	—	—
51. En %	%	3		—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques	fr.	—		84 760	76 299	109 194	99 744	38 964	73 051
Investissements et amortissements:									
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice	fr..	21 537 881		—	—	1 671 926	1 582 686	—	—
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	»	166 574		—	—	1 456 227	1 358 987	—	—
63. Valeur comptable	»	21 371 307		—	—	215 699	223 699	—	—
64. Soit en % des investissements		99,22		—	—	13	14	—	—

Miscellanea.

In memoriam.

Siegfried Meyer †. Erst kürzlich erfuhren wir, dass am 12. August 1935 in Luzern Herr Siegfried Meyer, eine in zentralschweizerischen Elektrikerkreisen bekannte Persönlichkeit, gestorben ist. Eine Erkältung hatte sich plötzlich verschlimmert und den erst 65jährigen dahingerafft. Herr Meyer war Absolvent des Technikums Biel, vervollständigte dann sein Wissen und Können in verschiedenen Stellungen als Betriebsleiter und kam hierauf als Lehrer für Elektrotechnik ans Technikum Biel. Im Jahre 1899 siedelte er als Installationschef des Städtischen Elektrizitätswerkes nach Luzern über. 1907 wurde er Ingenieur im Studienbureau der Centralschweizerischen Kraftwerke, wo er sich unter anderem mit Tariffragen befasste; seine Studien führten auch zu Veröffentlichungen in Fachzeitschriften. Im Jahre 1924 wurde er bei auswärtigen Arbeiten das Opfer eines schweren Hochspannungsunfalles, von dem er sich nie mehr ganz erholte; auf 1. Juli 1927 trat er in den Ruhestand. Herr Meyer war früher auch erfinderisch tätig.

Der SEV verliert in Herrn Meyer ein Mitglied, das ihm während 36 Jahren Treue gehalten hat. Er wird ihm ein gutes Andenken bewahren.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Dr. E. Blattner. Die Philosophische Fakultät II der Universität Zürich hat Herrn Dr. Emil Blattner, Lehrer für Elektrotechnik am Technikum Burgdorf, das Doktordiplom, das sie ihm vor 50 Jahren verliehen hat, erneuert.

Schweiz. Bundesbahnen. Der Verwaltungsrat der SBB wählte am 5. März d. J. Herrn Dr. iur. *Fritz Hess*, Stellvertreter des Generalsekretärs der SBB, zum Generalsekretär, als Nachfolger des Herrn Dr. R. Cottier, der auf 1. Januar 1936 an die Spitze der Kreisdirektion III getreten ist. Herr Dr. Hess war früher als Adjunkt des Abteilungschefs der Abteilung Rechtswesen des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes Sekretär der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen und in dieser Stellung mit Erfolg auf dem Gebiete des Elektrizitätsrechtes, besonders des Expropriationsrechtes tätig, wofür u. a. sein zweibändiges Werk «Das Enteignungsrecht des Bundes» zeugt. Er ist Mitglied des SEV seit 1929.

Eidg. Techn. Hochschule. Als Privatdozenten habilitierten sich Herr Dr. *K. Berger*, Ingenieur im Generalsekretariat des SEV, Zürich, für Hochspannungstechnik, und Herr Dr. *H. Stäger*, beratender Ingenieur, Zürich, für Werkstoffkunde der Elektrotechnik.

25 années Electricité Neuchâteloise S. A. (ENSA). Sans aucune cérémonie de grand style l'ENSA accomplit le 5 juin 1932 sa 25e année d'activité. A cette occasion, Monsier Emmanuél Borel, directeur, a écrit en raccourci, l'histoire de la société. Une belle brochure vient de paraître qui reproduit ces quelques pages d'histoire ainsi que la mention de la dernière étape franchie par la société, c'est-à-dire, le rachat en 1933 du réseau exploité par les Forces motrices bernoises. On y trouve également un aperçu, rédigé par Monsieur Louis Martenet, ingénieur en chef, sur la construction et le développement du réseau.

Kleine Mitteilungen.

Landesausstellung 1939. Gemäss Beschluss der Grossen Ausstellungskommission wird die 5. schweizerische Landesausstellung erst im Jahre 1939 in Zürich abgehalten.

IIIe Conférence Mondiale de l'Energie Washington 7 à 12 septembre 1936.

Le programme sommaire de la IIIe Conférence mondiale de l'énergie et des voyages d'étude qui seront organisés à l'occasion de ce congrès a été publié dans le Bulletin ASE 1936, No. 4.

Les voyages d'étude dans l'est des Etats-Unis qui seront combinés avec des conférences et des assemblées de discussion complèteront le programme assez spécial de la Conférence. Ils donneront l'occasion aux représentants des diverses branches de discuter des sujets actuels d'ordre technique. Le programme spécial de ces voyages sera préparé de façon à tenir compte dans la plus large mesure possible des vœux de chaque participant en ce qui concerne les visites d'installations et les sujets de discussion. Ces voyages dureront une semaine et auront lieu avant et après la Conférence. Les frais de voyage y compris les repas et les nuits s'élèveront à env. 200 fr.

Le voyage transcontinental de trois semaines, départ de Washington le 14 sepembre, conduira à Montreal, Ottawa, Niagara Falls, Detroit, Chicago, Fort Peck (Montana), Grand Coulee, Seattle, Skagit, Bonneville (Washington), San Francisco, Los Angeles, Boulder Dam, Grand Canyon, Tennessee Valley et retour à Washington D. C. Ce voyage sera subventionné par l'Institut Edison. Les frais de voyage, repas et nuits compris, se monteront à env. 500 fr.

Pour le séjour à Washington il faut compter 20 à 25 fr. par jour, pour la traversée aller et retour env. 1300 fr. en première classe (1000 fr. en classe «cabine» et 600 fr. en classe «touriste»). En comptant 20 % pour les imprévus, les frais de participation à la conférence se monteront à env. 1800 fr. et à env. 2000 fr. et 2500 fr. respectivement y compris les voyages d'étude.

Comme les paquebots partant à destination des Etats-Unis à la fin d'août sont très occupés, il est recommandé aux participants éventuels de s'annoncer déjà maintenant au secrétariat du Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie, Bollwerk 27, Berne. Les délégués suisses auront la possibilité de se joindre aux délégués français pour faire la traversée sur le «Paris» quittant le Havre le 28 août. Un nombre limité de très bonnes cabines est encore disponible.

Vorträge in der Physikalischen Gesellschaft Zürich.

Die Physikalische Gesellschaft Zürich veranstaltet in den Monaten April, Mai und Juni 1936 einen Vortragszyklus über *technische Physik*. Diese Vorträge sollen hauptsächlich dazu dienen, die Bedeutung der technischen Physik für die Entwicklungsmöglichkeiten der Industrie darzulegen. Sie werden den Ingenieur und den Physiker über den Stand der Forschungsarbeit in den technischen Anwendungsgebieten der Physik orientieren. Als Referenten sprechen prominente Vertreter der Hochschulen und der Laboratorien der Industrie. Die Vorträge finden im grossen Hörsaal des Physikalischen Instituts der ETH, Gloriastrasse 35, statt.

1. Montag, den 27. April 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Dipl.-Ing. *W. Soyck*, Zentrallaboratorium Steatit-Magnesia G. m. b. H., Berlin.
   Thema: **Keramische Dielektrika.**
2. Montag, den 4. Mai 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Dr. *R. Feldkeller*, Zentrallaboratorium Siemens & Halske, Berlin.
   Thema: **Moderne Verstärkertechnik und Verstärkermesstechnik.**

3. Montag, den 11. Mai 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Dr. *M. Strutt*, Laboratorium Philipswerke, Eindhoven.
   Thema: **Moderne Mehrgitterelektronenröhren.**

4. Montag, den 18. Mai 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Dr. *H. Lichte*, Laboratorium Telefunken G. m. b. H., Berlin.
   Thema: **Physiologie und Physik der Geräusche.**

5. Montag, den 25. Mai 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Prof. Dr. *E. Meyer*, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin.
   Thema: **Raumakustische Probleme.**

6. Montag, den 8. Juni 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Prof. Dr. *H. Salinger*, Berlin.
   Thema: **Mechanisch-elektrische Systeme unter besonderer Berücksichtigung der Piezofilter.**

7. Montag, den 15. Juni 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Prof. Dr. *L. Néel*, Université de Strasbourg.
   Thema: **Les alliages ferromagnétiques.**

8. Montag, den 29. Juni 1936, 20.15 Uhr.
   Referent: Herr Prof. Dr. *H. Barkhausen*, Technische Hochschule Dresden.
   Thema: **Das Problem der Schwingungserzeugung.**

Es wird für den ganzen Zyklus ein Kursgeld von Fr. 6.— pro Person erhoben, für Einzelvorträge Fr. 1.50. Die Kurskarte kann beim Hauswart des Physikalischen Instituts, Herrn Hartmann, Gloriastr. 35, schriftlich oder telephonisch bis zum 20. April bestellt werden (Tel. 27.330). Sie wird gegen Nachnahme zugestellt oder kann beim Vorgenannten abgeholt werden. Die Karten für die Einzelvorträge können an den Vortragsabenden bezogen werden.

Für die Physikalische Gesellschaft Zürich:
Der Präsident: *R. Sänger.* Der Vizepräsident: *F. Fischer.*
Der Sekretär: *O. Merz.*

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

(ASE) pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

—

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 février 1936.

Otto Knöpfli, ingénieur, Succ. de Nicolet & Cie, *Zürich.*

Signe distinctif de firme: UNICO

Interrupteurs sous coffret, pour locaux secs et mouillés.
Exécution: interrupteur à levier, monté sur plaque de base en papier durci dans coffret en fonte.
Type No. 1843, 1843 N: interrupteur ordinaire, tripolaire, 500 V, 15 A, sans coupe-circuit.

A partir du 1er mars 1936.

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen* près Bâle.

Marque de fabrique: STAG

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre, résine artificielle moulée ou en métal.

No. 600/U,	interrupteur ordinaire unipol.,	schéma 0
No. 600/U I,	interrupteur à gradation unipol.,	» I
No. 600/U III,	inverseur unipolaire,	» III
No. 600/U P,	interrupt. de croisement unipol.,	» VI

Coupe-circuit.

A partir du 1er février 1936.

Otto Asal, Fabrique d'appareils électriques, *Riehen/Bâle.*

Marque de fabrique: (A)

Fusibles pour 250 V (système D).
Intensité nominale: 6 et 10 A.
Fusibles pour 500 V (système D).
Intensité nominale: 6 A.

A partir du 15 février 1936.

Appareillage Gardy S. A., La Jonction, Genève.

Marque de fabrique: GARDY

Goujons pour coupe-circuit à broches, type infraudable:
a) avec filetage SA 8: pour socles de coupe-circuit à broches 250 V, 10 A;
b) avec filetage SA 11: pour socles de coupe-circuit à broches 500 V, 25 A.

Prises de courant.

A partir du 15 février 1936.

J. G. Vetter, elektrotechnische Kunstharzartikel, *Zurich.*

Marque de fabrique: GVZ

Fiche bipolaire pour 250 V, 6 A.
Utilisation: dans locaux secs.
Exécution: tiges de la fiche en laiton nu; corps de la fiche en résine artificielle moulée noire, brune ou brun mêlé.
No. 183: exécution spéciale, avec une tige ronde de 4 mm et une tige plate de 2,5 × 4 mm.
No. 184: exécution spéciale, avec deux tiges plate de 2,5 × 4 mm.

Boîtes de dérivation.

A partir du 1er mars 1936.

A. Grossauer, Fabrication d'appareils électriques, *St-Gall-W.*

Marque de fabrique: AGRO

Boîtes de dérivation étanches à l'eau, pour 380 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs; lorsque les boîtes sont utilisées dans des locaux poussiéreux, humides et mouillés, le boîtier doit être étanche ou rempli de masse isolante.
Exécution: boîtier en porcelaine avec porte-bornes, monté en matière céramique, avec 4 bornes au maximum.
No. 2775/I (grandeur 75 × 75 mm).

—

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «Antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le

droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant.

A partir du 15 février 1936.

S. A. des produits électrotechniques Siemens, Dépt. Siemens-Schuckert, Zurich (Repr. de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique: PROTOS

Aspirateur de poussière «Protos-Super», V. St. 143 N., 265 W, 220 V.

Aspirateur de poussière «Protos-Standard», V. St. 188, 200 W, 220 V.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, **des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.**

Assemblée de discussion de l'ASE.

L'assemblée de discussion de l'ASE annoncée dans le dernier numéro, sur le thème

«Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?»

ne peut pas avoir lieu le 28 mars. Elle est renvoyée au *18 avril à Zurich.*

L'invitation définitive paraîtra au prochain numéro du Bulletin.

Cours de soudure à l'arc électrique.

L'ASE donnera prochainement un cours de soudure à l'arc électrique. Les intéressés sont priés de s'annoncer au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

Comité de l'UCS.

Dans sa séance du 6 février, le comité de l'UCS s'occupa entre autre, de la commission des tarifs, de l'organisation de la défense aérienne des usines électriques, du congrès de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique qui aura lieu en juin aux Pays-Bas, de questions relatives au règlement pour la distribution d'énergie, des installateurs «marron» et d'une demande de subvention et du perfectionnement de la cuisinière Pilum.

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Le 19 février 1936, l'«Office de la station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électro-domestiques», succédant à l'ancienne «sous-commission pour l'élaboration de programmes d'essai pour appareils thermiques et autres appareils de ménage» (voir Bull. ASE 1936, No. 1, p. 24: compte-rendu de la séance de la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS), a tenu sa première séance. Le dit office, au sein duquel sont aussi représentées les centrales urbaines, examina un projet de «conditions techniques pour chauffe-eau instantanés» et un de «conditions techniques pour appareils de cuisson à chauffage direct». Ces deux projets vont être mis à l'enquête publique par publication au Bulletin ASE. L'office prit ensuite acte d'un rapport de la station d'essai sur le rendement et la durée de cuisson de casseroles de différents diamètres sur la même plaque de cuisson. Un rapport détaillé sur ces essais paraîtra prochainement au Bulletin.

Comité d'action de la KOK.

Dans sa 13e séance, du 27 févrire 1936, le comité d'action de la commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique (KOK) prit acte du rapport présenté par l'ingénieur chargé des essais sur les mesures de perturbations atmosphériques exécutées en 1934 et 1935. Le comité examina ensuite un rapport sur les travaux exécutés jusqu'à ce jour et ceux à venir, ainsi qu'un programme d'action pour 1936 établi pour le cas où les travaux seraient poursuivis au delà de l'échéance du contrat actuel (fin 1936), et étudia de façon générale comment la KOK pourrait être réorganisée après 1936. Le comité approuva le compte de la KOK pour 1935, le budget pour 1936 et prit note de l'inventaire à fin décembre 1935. Tous ces points seront repris par la commission plénière. Les directives pour appareils de protection contre les surtensions, enfin mises au net par le comité d'action, seront encore soumises à l'approbation de la KOK, avant que la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS les déclare «directives de l'ASE».

Commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des questions juridiques.

Dans sa 2e séance, du 20 février 1936, la commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des questions juridiques examina une proposition de l'ASE et de l'UCS établie ensuite de la discussion du projet de la Direction générale de l'Administration des Postes et Télégraphes relatif à la protection juridique des installations de radioréception contre les perturbations radioélectriques ainsi qu'à la répartition des frais inhérents au déparasitage, lors de la 1re séance (voir Bull. ASE 1936, No. 4, p. 120). La commission décida de soumettre cette proposition aux membres des comités de l'ASE et de l'UCS.

Dans sa 3e séance, du 10 mars 1936, la commission examina les observations des membres des comités au sujet de la proposition. Le projet définitif, mis au net au cours de la séance va être remis à la Direction générale des PTT.

L'Union Suisse des Entreprises de Transport s'était fait représenter aux deux séances.

Recueil des prescriptions de l'ASE.

Les abonnés aux compléments au recueil des prescriptions de l'ASE ont reçu ces jours derniers toutes les modifications et adjonctions aux normes de l'ASE mentionnées à la page 59 du Bulletin 1936, No. 2. Les abonnés qui n'auraient pas encore reçu cet envoi sont priés de le faire savoir. De nouveaux abonnements peuvent toujours être conclus. Le recueil des prescriptions, tomes A et B, ne peut rendre réellement service que lorsqu'il est constamment à jour.

Prescriptions sur les installations intérieures.

La 4e édition *allemande* des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures vient de paraître. L'édition correspondante française suivra plus tard. Cette édition contient toutes les nombreuses modifications et adjonctions apportées depuis 1927. Les anciennes éditions sont donc périmées, de sorte qu'il est recommandable de se procurer la nouvelle édition dont le prix, malgré l'augmentation sensible du texte, est resté frs. 4.— pour les membres et frs. 6.— pour les autres personnes.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII[e] Année | N° 7 | Vendredi, 3 Avril 1936

Problèmes de mise à la terre du neutre et de défauts à la terre dans les réseaux à haute tension.

Rapport présenté à l'Assemblée de Discussion de l'ASE du 23 novembre 1935, à Olten.

Par *A. van Gastel*, Baden.

621.3.014.3 : 621.316.935

L'auteur expose différents problèmes qui se posent lors de l'étude des défauts à la terre et des mesures de protection y relatives. Aujourd'hui, il semble que l'on abandonne de plus en plus la mise à la terre directe du neutre au profit de la mise à la terre par l'intermédiaire de bobines de self (bobines d'extinction), raison pour laquelle dans ce qui suit les réseaux à bobines d'extinction jouent un rôle prépondérant.

L'auteur compare tout d'abord un réseau isolé avec un réseau compensé, au point de vue des courants, des tensions et des puissances; il examine ensuite les particularités du courant de terre et les différents genres de perturbations à la terre et de couplage des réseaux. Un chapitre suivant traite des relais indicateurs de terre et un dernier de la construction des bobines d'extinction et des accessoires.

La conférence est suivie de la discussion au cours de laquelle les exploitants ont communiqué leurs expériences pratiques, précieuses à tous les points de vue.

Es werden verschiedene Probleme erörtert, die sich beim Studium der Erdschlussfragen und des Schutzes gegen Erdschlüsse ergeben. Heute scheint die Tendenz weniger zur direkten Nullpunktserdung zu neigen als zur Erdung über Induktivität (Erdschluss-Spule, Löschspule), weshalb im folgenden die Netze mit Erdschluss-Spulen im Vordergrund stehen.

Es werden zunächst die Ströme, Spannungen und Leistungen im isolierten und im kompensierten Netz verglichen, dann werden die Eigentümlichkeiten des Erdschluss-Stromes behandelt und die verschiedenen Erdschlüsse und Netzkopplungen betrachtet. Ein weiterer Abschnitt handelt von der Erdschluss-Anzeige und schliesslich wird auf die Bauart der Löschspulen und der Zubehör eingegangen.

Anschliessend an das Referat folgt die Diskussion, in der wertvolle Erfahrungen aus dem Betrieb mitgeteilt werden.

I° Introduction.

Il y a quelques années, les ingénieurs spécialistes dans le domaine de la protection des réseaux à haute tension vouaient toute leur attention au problème de la mise à la terre du neutre. Dans les revues de la branche, ainsi qu'au cours des assemblées de discussion, on a débattu avec ardeur la question du mode de mise à la terre le plus favorable à l'exploitation. Toutefois, les avantages et les désavantages des deux principales méthodes, la méthode directe et la méthode inductive, se contrebalançaient et il n'était pas possible de départager nettement leurs domaines d'application. Bien qu'il en soit encore de même actuellement, un revirement semble cependant se produire depuis quelques temps en faveur de la mise à la terre inductive du neutre.

L'étude approfondie de la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique a conduit à d'importants résultats, en ce qui concerne la durée, la raideur du front, l'amplitude des surtensions et des à-coups de courant. Les principaux résultats obtenus peuvent se résumer à peu près comme suit:

Les surtensions induites par les coups de foudre indirects ne dépassent que rarement une amplitude de 100 kV. En général, le coup de foudre direct n'atteint qu'un seul conducteur, cependant des claquages peuvent se produire sur plus d'une phase lorsque la foudre tombe sur un pylône. Un câble de terre (ou deux à trois câbles lorsque les traverses ont une grande longueur) protège les conducteurs contre la foudre, à condition cependant que ce câble soit mis à la terre à chaque pylône. Pour être efficaces, les mises à la terre doivent présenter une résistance de passage suffisamment faible (environ 15 ohms ou moins). Entre la ligne et les sous-stations, il est recommandable de réduire l'isolement sur une distance de 4 à 5 pylônes environ. Les mises à la terre des pylônes de ce tronçon doivent être aussi parfaites que possible.

Ces résultats ne sont pas restés sans effet sur l'appréciation des mises à la terre du neutre. La constatation qu'un renforcement de l'isolement permet de supprimer pratiquement toutes les perturbations dues aux coups de foudre indirects, même dans les réseaux dont la tension est inférieure à 50 kV, a servi de directive dans le choix de l'isolement des nouvelles installations. Les installations existantes ont pu être souvent améliorées en changeant les isolateurs. Pour ces réseaux, le désavantage de la mise à la terre inductive n'a que peu d'importance. Ce désavantage est dû à l'augmentation de la tension de deux phases contre terre en cas d'un défaut à la terre. De même on accepte, comme non dan-

gereuses, les surtensions qui se produisent dans un réseau protégé par des bobines d'extinction, lors du rétablissement de l'état normal de service, afin de bénéficier du grand avantage de la mise à la terre inductive, à savoir la possibilité de poursuivre l'exploitation même lorsque la ligne est affectée d'un défaut à la terre.

Il est probable que d'autres facteurs ont joué un rôle, par exemple l'emploi de relais de terre, signalant sélectivement quel est le tronçon avarié d'un réseau avec mise à la terre inductive du neutre; il n'en reste pas moins que la compensation du courant de terre a gagné beaucoup de terrain au cours de ces dernières années. Elle a trouvé de nombreux partisans, même en pays européens où, à part l'exploitation avec point neutre isolé, on n'utilisait jusqu'ici que la mise à la terre directe du neutre.

En Suisse également, à la suite d'un certain nombre de centrales qui ont prévu depuis plusieurs années leurs réseaux à haute tension avec point neutre mis à la terre par des bobines d'extinction, d'autres centrales ont adopté récemment le régime avec compensation.

Malgré la grande extension de ce système, on constate que les électrotechniciens des centrales ne s'occupent pas volontiers du problème des défauts à la terre. Ils abandonnent de préférence ce domaine à des collègues mieux versés dans la théorie. Or, les problèmes de mise à la terre ont précisément une très grande importance pratique pour l'exploitation. Dans tous les réseaux qu'ils soient isolés ou non selon les principes les plus modernes, les défauts à la terre seront toujours la cause des perturbations les plus fréquentes. Pour assurer une fourniture d'énergie aussi exempte que possible de perturbations, il est donc absolument nécessaire de se protéger contre eux.

Notre but est de donner un aperçu de quelques problèmes relatifs aux défauts à la terre accidentels. Il n'est malheureusement pas possible, dans le cadre de cette conférence, de traiter à fond toutes ces questions. Plusieurs points très intéressants ne seront qu'effleurés, d'autres seront même complètement laissés de côté. Nous espérons toutefois que, malgré ces suppressions, cette conférence vous donnera une assez bonne vue d'ensemble sur l'état actuel du problème des défauts à la terre.

II° Défaut à la terre dans un réseau isolé.

a) Tensions.

Considérons les conditions les plus simples: un réseau symétrique, un défaut à la terre sans résistance de passage, des lignes et une terre sans chutes de tension. Désignons par U les tensions étoilées et par V les tensions contre la terre.

Les tensions en service normal sont données par les relations

$$V_1 = U_1 \quad V_2 = U_2 \quad V_3 = U_3 \quad V_0 = 0$$

Lorsque la phase 1 est affectée d'un défaut à la terre, on a:

$$V_1 = 0 \quad V_2 = U_2 - U_1 \quad V_3 = U_3 - U_1 \quad V_0 = -U_1$$

Cela signifie que le défaut à la terre accidentel provoque un déplacement de tout le réseau par rapport à la terre, de valeur $-U_1$, de sorte que la

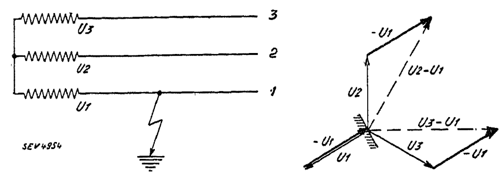


Fig. 1.
Réseau triphasé avec défaut à la terre (non compensé).
Déplacement des tensions contre terre $-U_1$.

phase défectueuse présente une tension nulle par rapport à la terre, tandis que les phases saines sont à la tension composée (figure 1).

b) Courants.

Considérons les courants dans le cas simple d'une ligne alimentée d'un seul côté. Supposons un défaut à la terre à l'origine de cette ligne. Les courants de charge vers la terre sont les suivants:

$$0 \quad \omega C\ (U_2 - U_1) \quad \omega C\ (U_3 - U_1)$$

si l'on désigne par C la capacité d'une phase par rapport à la terre, et par ω la pulsation du courant.

En service normal, on aurait:

$$\omega C U_1 \quad \omega C U_2 \quad \omega C U_3$$

Toutes les trois phases sont affectées par le défaut à la terre d'une charge additionnelle $-\omega C U_1$, qui est manifestement la conséquence directe du déplacement $-U_1$.

A l'endroit avarié passe le courant de terre $I_e = -3 \omega C U_1$, qui est la somme des deux courants de charge des phases saines. Le diagramme des courants se déduit de la figure 2; pour un point P à

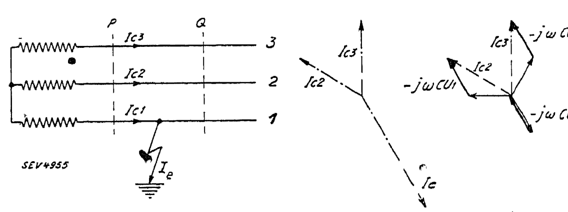


Fig. 2.
Réseau triphasé avec défaut à la terre (non compensé).
Courants capacitifs.
a A gauche du défaut.
b A droite du défaut.

gauche de l'endroit avarié, le diagramme est celui de la figure 2a, et pour un point Q à droite, celui de la figure 2b.

c) Puissance.

En service normal, la charge capacitive par phase est de $\omega C U^2$; elle est de $3 \omega C U^2$ pour les trois phases. En cas de défaut à la terre, les trois phases sont inégalement chargées et la puissance capacitive présente les grandeurs suivantes:

(Phase 1) (Phase 2) (Phase 3)

$$3 \omega C U^2 + 1{,}5 \omega C U^2 + 1{,}5 \omega C U^2 = 6 \omega C U^2$$

Cette puissance n'est toutefois transmise que dans la partie du réseau située en avant de l'endroit avarié. De l'autre côté, la charge est également irrégulière, mais sa valeur primitive n'est pas modifiée, car on a:

(Phase 1) (Phase 2) (Phase 3)

$$0 \quad + \quad 1{,}5\,\omega\,C\,U^2 \; + \; 1{,}5\,\omega\,C\,U^2 = 3\,\omega\,C\,U^2$$

Le défaut à la terre accidentel a un double effet sur le réseau primaire et les générateurs d'énergie. D'une part, les alternateurs subissent une charge capacitive atteignant le double de la puissance de charge (du réseau contre la terre) et d'autre part la charge se répartit inégalement sur les trois phases. L'augmentation de la charge est de 100 kVA par 10 kV de tension de phase et 10 A de courant de terre.

Le tableau I résume une analyse plus exacte des phénomènes:

Tableau I.

Composantes	Avant le défaut			Après le défaut		
	Tension	Courant	Puissance	Tension	Courant	Puissance
directes . .	U	$2\,\omega\,CU$	$6\,\omega\,CU^2$	U	$\omega\,CU$	$3\,\omega\,CU^2$
inverses . .	0	$\omega\,CU$	0	0	0	0
homopolaires	$-U$	0	0	$-U$	$-\omega CU$	$3\,\omega\,CU^2$
Puissance totale			$6\,\omega\,CU^2$			$6\,\omega\,CU^2$

Ce tableau montre qu'il se produit au défaut une transformation de la puissance: la moitié seulement de la puissance $6\,\omega\,CU^2$ étant transmise sous forme de puissance triphasée aux capacités partielles contre terre, l'autre moitié l'étant sous forme de puissance monophasée.

L'inégalité de charge des trois phases se traduit dans le tableau par une charge inverse. Un système de courant symétrique, qui ne diffère d'un système normal que par la permutation de deux phases, créant ainsi des champs tournants opposés, charge les alternateurs du réseau. Pour un courant de terre de 10 A, la charge inverse est de $3^1/_3$ A par phase. On verra dans la suite que cette charge peut, le cas échéant, engendrer des harmoniques.

III° Défaut à la terre dans un réseau compensé.

a) Tensions.

Les tensions sont identiques à celles mentionnées sous II *a)* pour un réseau isolé.

b) Courants.

Le défaut soumet à la tension de phase la bobine d'extinction qui relie le point neutre à la terre. Le courant I_0 qui en résulte s'écoule à la terre par la phase avariée et le défaut, pour revenir ensuite à la bobine d'extinction. Au défaut, le courant de terre I_e est compensé. Cette compensation est totale, lorsque la somme des courants I_0 et I_e est nulle (résonance). Si l'on désigne l'inductivité de la bobine par L, on peut tirer de l'équation

$$\frac{-U_1}{\omega L} + 3\,\omega\,CU_1 = 0,$$

la condition nécessaire à la résonance:

$$L = \frac{1}{3\,\omega^2 C}$$

La phase avariée n'a plus de courant, de sorte que le diagramme des courants de la figure 3 est

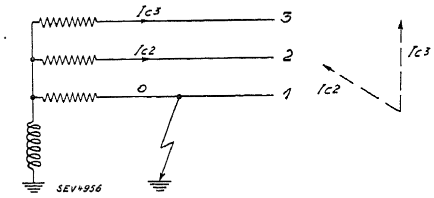


Fig. 3.
Réseau triphasé avec défaut à la terre (compensé).
Courants capacitifs.

valable aussi bien pour le point P à gauche, que pour le point Q à droite de l'endroit avarié.

c) Puissance.

La puissance capacitive présente la grandeur

(Phase 1) (Phase 2) (Phase 3)

$$0 + \quad 1{,}5\,\omega\,CU^2 + \quad 1{,}5\,\omega\,CU^2 = 3\,\omega\,CU^2$$

Elle a la même valeur dans tout le réseau et est égale à la puissance qui existait avant l'apparition du défaut à la terre.

Le tableau II résume clairement cet état de chose.

Tableau II.

Composantes	Avant l'endroit avarié			Après l'endroit avarié		
	Tension	Courant	Puissance	Tension	Courant	Puissance
directes . .	U	$\omega\,CU$	$3\,\omega\,CU^2$	U	$\omega\,CU$	$3\,\omega\,CU^2$
inverses . .	0	0	0	0	0	0
homopolaires	$-U$	$-\omega\,CU$	$3\,\omega\,CU^2$	$-U$	$-\omega\,CU$	$3\,\omega\,CU^2$
Puissance totale			$6\,\omega\,CU^2$			$6\,\omega\,CU^2$

Si l'on compare ces résultats avec ceux du tableau I, on remarque certaines différences.

Les alternateurs n'ont plus à fournir une puissance additionnelle en cas de défaut à la terre. De même, il n'y a plus de charge inverse. Elle est remplacée par la charge monophasée due au branchement de la bobine d'extinction. Une transformation de la puissance à l'endroit avarié n'est plus nécessaire, car la charge monophasée exigée par le réseau est fournie à celui-ci par la bobine d'extinction. Cette dernière fonctionne en quelque sorte comme un alternateur monophasé et fournit aux capacités partielles la puissance réactive nécessaire, en lieu et place des alternateurs du réseau.

IV° Le courant de terre.

a) La composante réactive.

Lorsque la compensation assure une résonance parfaite, la composante réactive du courant de terre

est supprimée. Actuellement, le seul procédé utilisé pratiquement est celui du réglage par dissonance de la bobine d'extinction, proposé par la S. A. Brown, Boveri. Ce réglage a pour but de réduire la tension du neutre par rapport à la terre dans les réseaux asymétriques. Bien que la dissonance de la bobine d'extinction ne permette pas de supprimer complètement la composante réactive du courant de terre, on a constaté que l'extinction de l'arc au défaut est correcte, tant que la dissonance est maintenue entre les limites admissibles. On peut admettre pour ces limites 25 à 30 % pour les réseaux à haute tension moyenne (jusqu'à 50 kV environ) et 10 à 15 % pour des réseaux à tension plus élevée; elles dépendent aussi de l'importance du courant de terre, ainsi que de la disposition et de l'écartement des conducteurs.

b) La composante active.

Le courant de terre renferme en outre une composante active, dont la grandeur est déterminée par la conductance du réseau. Ce courant actif n'est naturellement pas compensé par le courant inductif de la bobine d'extinction, mais au contraire augmenté par les pertes de la bobine. Ce courant est faible par rapport au courant réactif et n'atteint guère que 5 à 10 % de celui-ci (y compris le courant de perte de la bobine d'extinction). Jusqu'ici, on a toujours renoncé à compenser le courant actif.

c) Les harmoniques.

Le nombre des harmoniques du courant de terre varie très fortement d'un réseau à l'autre. La présence de ces harmoniques est due principalement aux deux causes suivantes:

1° *Harmoniques de tension.* Lorsque la courbe de la tension des alternateurs contient des harmoniques, ceux-ci pénètrent dans le réseau par les transformateurs. Les capacités partielles contre la terre offrent à ces harmoniques une résistance d'autant plus faible que l'ordre de l'harmonique est plus élevé. Ainsi, pour le 7^e harmonique, la résistance capacitive n'atteint plus que le 1/7 de celle de l'onde fondamentale, de sorte que chaque pour-cent de la tension des harmoniques provoque 7 % d'harmoniques dans le courant de terre. Si le réseau est en résonance avec cet harmonique, c'est-à-dire si les inductivités des alternateurs, des transformateurs et des lignes forment un circuit de résonance avec les capacités partielles contre la terre, le pourcentage peut dépasser 7 %.

Les transformateurs eux-mêmes peuvent également contribuer à engendrer des harmoniques du courant de terre. On sait en effet que le transformateur exige pour sa magnétisation des harmoniques de courant, même quand la tension appliquée est sinusoïdale. Mais il peut se faire que certains harmoniques de magnétisation ne circulent pas, du fait du couplage des enroulements. Il en résulte alors une déformation de la courbe de tension. Les harmoniques de courant qui peuvent éventuellement être supprimés par le couplage des enroulements des transformateurs, sont ceux de 3e, 9e, 15e ordre, etc. Le couplage en triangle laisse passer ces harmoniques, tandis que le couplage en étoile sans conducteur neutre ne les laisse pas passer. Le transformateur couplé en étoile-étoile fonctionne donc avec une courbe de tension déformée.

2° *Harmoniques de courant.* Ainsi que nous l'avons déjà dit au paragraphe II, le défaut à la terre accidentel provoque une dissymétrie du système des courants de charge. Ce système comprend alors un système symétrique inverse, qui charge les alternateurs alimentant le réseau. Les courants du système inverse engendrent dans l'enroulement statorique un champ tournant. Ce champ tourne toutefois en sens inverse de la roue polaire. Les lignes de force du champ tournant induisent donc dans l'enroulement rotorique des tensions à fréquence double. Si l'enroulement rotorique ne comporte qu'un enroulement d'excitation, il est parcouru par des courants de fréquence double. Ces courants doivent être considérés comme des courants d'excitation. De même que l'excitation en courant continu de la roue polaire induit dans le stator des tensions à la fréquence normale, les courants alternatifs à double fréquence superposés induisent dans l'enroulement statorique des tensions de fréquence triple, qui provoquent au défaut un courant de terre de même fréquence.

Les conditions sont différentes, lorsque l'enroulement d'excitation de la roue polaire est précédé d'un enroulement amortisseur. Par rapport au champ inverse du stator, cet enroulement se comporte comme un enroulement en court-circuit, de sorte que le champ tournant ne peut plus se développer que comme un champ d'entrefer relativement faible. Dans ce cas, il ne se produit pratiquement aucun champ dans le fer actif et par suite aucune excitation à fréquence double.

Il y a lieu de mentionner en outre le fait suivant. L'établissement d'un champ tournant inverse n'est pas dû uniquement à la charge asymétrique résultant d'un défaut à la terre, mais également à toute charge monophasée du réseau. La tension du réseau peut donc être également déformée en service normal par des tensions à fréquence triple.

Enfin, il faut faire une nette distinction entre les tensions à fréquence triple et les harmoniques à fréquence triple, car tous deux peuvent affecter simultanément la courbe de tension. Leurs causes sont entièrement différentes: dans un cas il s'agit de la charge asymétrique, dans l'autre de la magnétisation ou plutôt de la saturation. Tandis que les tensions à fréquence triple forment un système triphasé dont l'une des phases est décalée sur la suivante d'une angle de 120°, la direction du 3e harmonique est la même pour toutes les phases et le système peut être considéré comme étant un système monophasé à 3 phases en parallèle. Il est possible de séparer ces deux systèmes, car les tensions composées ne peuvent renfermer que des tensions à fréquence triple et non pas des 3e harmoniques.

Les harmoniques du courant de terre ne sont pas compensés par le courant de la bobine d'extinction, ou du moins très peu. Ainsi, pour le 5^e harmonique, la résistance capacitive du réseau contre la terre est cinq fois plus faible que pour l'onde fondamentale, tandis que la résistance inductive de la bobine d'extinction est cinq fois plus grande. La compensation n'intéresse donc que $^1/_{25}$ ou 4 % du 5^e harmonique.

La saturation du fer de la bobine d'extinction donne également lieu à des harmoniques. Dans le cas le plus défavorable, ces harmoniques s'additionnent à ceux du courant de terre et augmentent de la sorte le courant résiduel. Toutefois, les harmoniques dûs à la saturation des bobines sont faibles. Pour une bobine de puissance moyenne, les ampères-tours pour la magnétisation du noyau atteignent au maximum 10 % du nombre total des ampères-tours. Un harmonique de magnétisation de 30 % de l'onde fondamentale ne correspond donc qu'à un pourcentage de 3 % dans le courant de terre. Pour les bobines à puissance plus élevée, le nombre des ampères-tours du fer est encore plus faible par rapport au nombre total des ampères-tours. Les harmoniques de ces bobines peuvent donc être négligés.

Le branchement d'une bobine d'extinction offre par contre l'avantage de compenser la charge inverse des alternateurs, lorsque celle-ci provient d'un défaut à la terre. On supprime ainsi les courants de terre à fréquence triple.

Une compensation des harmoniques est nécessaire, lorsque l'on constate, après montage de bobines d'extinction, que l'arc amorcé par le défaut à la terre ne s'éteint pas parfaitement, du fait que le courant résiduel renferme une composante élevée dûe aux harmoniques. Les conditions d'un réseau exigeant absolument une compensation des harmoniques ne se présentent toutefois que rarement.

V^o Genres de défauts à la terre.

a) Le défaut à la terre avec résistance de passage.

L'influence de la résistance de passage à l'endroit avarié peut être estimée à l'aide de la formule sui-

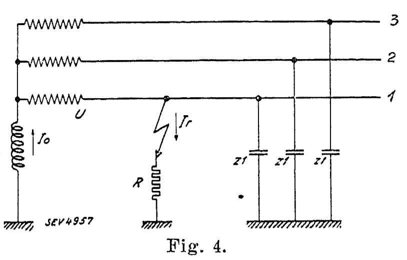


Fig. 4.
Réseau triphasé avec défaut à la terre (compensé).
Défaut à la terre avec résistance de passage.
z_0 Impédance de la bobine d'extinction.
z_1 Capacité d'une phase contre terre.

vante pour le courant de terre I_r (courant résiduel) du réseau compensé. Selon la figure 4, on a

$$I_r = U \frac{I_0 - I_e}{U + R\,(I_0 - I_e)}$$

où I_0 est le courant dans la bobine d'extinction, I_e le courant de terre du réseau non compensé, et R la résistance de passage.

Cette formule montre que la résistance de passage joue pour la compensation du réseau un rôle d'autant plus faible que le réglage de la bobine d'extinction est plus exact. En cas de résonance parfaite, la différence $I_0 - I_e$ atteint un minimum et est égale au courant actif I_{kw} d'une terre franche. On a dans ce cas:

$$I_r = \frac{U \cdot I_{rw}}{U + I_{rw} \cdot R}$$

Tant que $I_{rw} R$ est faible par rapport à U, l'influence de R peut être négligée. Si les bobines d'extinction sont en dissonance, l'influence de R est un peu plus notable.

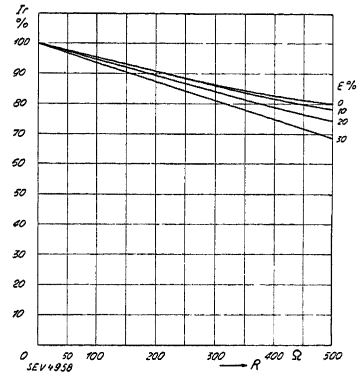


Fig. 5.
Influence de la résistance de passage R au défaut sur le courant résiduel Ir.

Considérons par exemple un réseau à tension étoilée de 20 kV, présentant un courant de terre de 100 A. Supposons que le courant résiduel actif d'une terre franche soit de 10 A. Pour un tel réseau, la figure 5 indique le courant résiduel en fonction de la résistance de passage pour des dissonances de 0, 10, 20 et 30 %. On remarquera tout d'abord que les résistances de passage de 0 à 100 ohms ne modifient presque pas le courant résiduel et qu'en outre la résistance de passage provoque une réduction du courant résiduel. Ainsi, dans l'exemple en question, le courant résiduel est de 21,7 A au lieu des 31,6 A, résultats, que donneraient le courant actif de 10 A et le courant réactif de 30 A pour une dissonance de 30 %, si l'on ne tenait pas compte de la résistance de passage de 500 ohms.

b) Le court-circuit bipolaire à la terre.

Dans les réseaux isolés, il peut arriver qu'un arc à la terre dégénère en court-circuit bipolaire à la terre par suite de l'extension de l'arc à une phase saine. Dans un réseau compensé, ce danger n'existe pas, car l'arc à la terre est immédiatement éteint. Quoique la probabilité d'une telle perturbation soit beaucoup plus faible dans un réseau compensé que dans un réseau non-compensé, ce genre de perturbation ne peut cependant pas être absolument exclu, car la cause en peut être très différente. En

effet, un fil peut être jeté par dessus la ligne et toucher non seulement deux phases, mais également une traverse mise à la terre; ou bien, par suite d'un coup de foudre par exemple, les isolateurs de différentes phases d'un même pylône ou de pylônes voisins peuvent être avariés. Il est intéressant d'examiner comment se comporte la compensation dans un cas de ce genre.

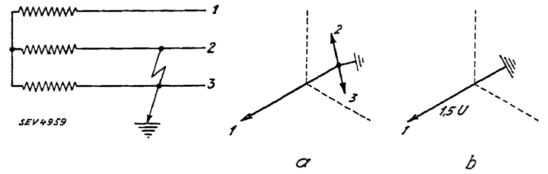


Fig. 6.
Réseau triphasé avec court-circuit bipolaire à la terre.
Tensions contre terre.
a A gauche du défaut.
b A droite du défaut.

Le diagramme est indiqué sur la figure 6. A la droite du défaut, les tensions contre la terre sont $V_1 = 1{,}5\ U$, $V_2 = 0$, et $V_3 = 0$. Le courant de terre $I_{e1} = 1{,}5\ \omega\ C_1\ U$ atteint la moitié de la valeur de celui d'un défaut simple à la terre. De l'autre côté du défaut, les tensions contre la terre sont $V_1 = 1{,}5\ U$, V_2 et V_3. Mais $V_3 = -V_2$. Le courant de terre pour le tronçon à gauche de l'endroit avarié est

$$I_{e2} = 1{,}5\ \omega\ C_2 U + \omega\ C_2\ V_2 + \omega\ C_2 V_3 = 1{,}5\ \omega\ C_2 U$$

Le courant total de court-circuit à la terre est donc:

$$I_e = I_{e1} + I_{e2} = 1{,}5\ \omega\ (C_1 + C_2)\ U = 1{,}5\ \omega\ CU$$

La tension à la bobine d'extinction est $V_0 = \frac{1}{2}\ U$, elle est donc également la moitié de celle du défaut simple à la terre. En admettant une proportionalité entre le courant et la tension de la bobine d'extinction, on voit que la compensation du courant de terre est également maintenue en cas de court-circuit bipolaire à la terre. Lorsque donc le défaut à la terre se présente sous forme d'arc, cet arc est immédiatement éteint et la perturbation se ramène à un court-circuit isolé. La suppression de cette perturbation doit être naturellement assurée par le dispositif de protection contre les courts-circuits.

VI° Interconnexions des réseaux.

a) Couplage métallique.

L'interconnexion de deux réseaux à tensions inégales, mais peu différentes, est souvent assurée par des autotransformateurs. Ces transformateurs constituent une liaison métallique des deux réseaux, avec interposition de l'enroulement série du transformateur. Il est intéressant de savoir si, en pareil cas, une compensation du courant de terre est réalisable pour tout le réseau et si les bobines d'extinction doivent être réparties d'une façon spéciale. Il faut examiner en outre si la compensation impose des conditions spéciales au couplage de l'enroulement de l'autotransformateur.

En ce qui concerne la compensation, les bobines d'extinction doivent être prévues pour la capacité totale contre la terre, exactement comme si les réseaux avaient une liaison métallique directe. La compensation agit alors aussi bien dans le cas d'un défaut à la terre sur l'un des réseaux que sur l'autre. Les diagrammes sont représentés à la figure 7a pour une perturbation dans le réseau à tension la plus élevée et à la figure 7b pour une perturbation dans le réseau à tension la plus faible. Le potentiel que prend le neutre est identique pour les deux réseaux, à part la chute de tension dans l'autotransformateur provoquée par le passage du courant de terre. Il s'ensuit que les tensions contre la terre des phases saines des deux réseaux sont égales à la tension composée du réseau avarié. Ceci est désavantageux pour le réseau à la tension la plus faible, car en cas de défaut à la terre de l'autre côté de l'autotransformateur l'isolement des phases saines subit une plus forte contrainte que dans le cas où l'interconnexion n'existerait pas et où le défaut à la terre se produirait dans le réseau propre. Ce désavantage est dû à l'interconnexion et non pas à la compensation; ce couplage par autotransformateurs n'étant prévu qu'au cas où les différences des tensions des deux réseaux sont relativement faibles, le service avec défaut à la terre pourra d'ailleurs être supporté pendant assez longtemps.

Pour les autotransformateurs, on utilise presque exclusivement le couplage en étoile. Ce couplage empêche qu'il passe dans l'enroulement d'excitation des courants qui forment des ampères-tours opposés à ceux du courant de terre dans l'enroulement série. L'autotransformateur sans enroulement de compensation couplé en triangle se comporte donc comme une bobine de self. Malheureusement, sa self-induction est en série avec la capacité du réseau, de sorte que l'on doit s'attendre à une augmentation du courant de terre, au lieu d'une réduction. A lui seul, ce point est déjà en faveur de l'adjonction d'un enroulement en triangle. En outre, cet enroulement permet de diminuer la dispersion de la culasse et ainsi l'échauffement additionnel de la tôle de la cuve. Toutes ces raisons militent en fa-

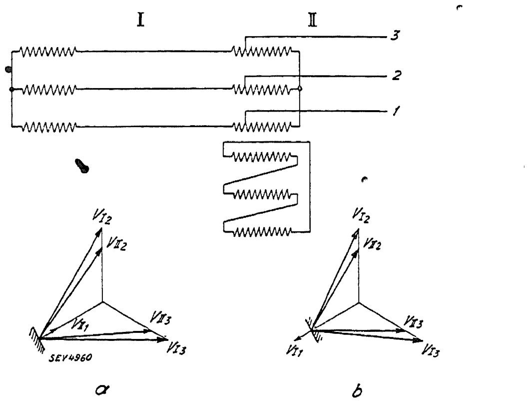


Fig. 7.
Couplage de réseaux par autotransformateur.
Tensions contre terre.
a Défaut à la terre dans le réseau à tension la plus élevée.
b Défaut à la terre dans le réseau à tension la plus faible.

veur du montage d'un enroulement de compensation dans les autotransformateurs de couplage.

Dans les installations existantes avec autotransformateurs sans enroulement de compensation, on peut permettre la formation des contre-ampères-tours par le montage d'un transformateur de compensation avec liaison directe des points neutres

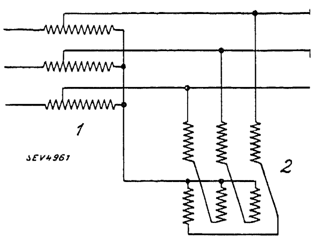


Fig. 8.
Couplage réduisant l'impédance homopolaire d'un autotransformateur sans enroulement de compensation.
1 Autotransformateur.
2 Transformateur de compensation.

selon le couplage de la figure 8. Ce procédé ne peut toutefois s'appliquer que si le point neutre de l'autotransformateur est sorti ou peut être sorti après coup.

Enfin, on peut parer à cet inconvénient en répartissant les bobines d'extinction sur les deux réseaux de telle sorte que le courant de terre soit compensé indépendamment pour chacun des réseaux.

b) Couplage magnétique.

Chaque transformateur à enroulements séparés raccordé au réseau compensé constitue un couplage magnétique soit avec un réseau d'alimentation, soit avec un réseau alimenté (le mot «réseau» est pris ici dans son sens le plus large et signifie également un générateur et un consommateur). A l'exception des transformateurs servant au raccordement de bobines d'extinction, ces transformateurs ne sont pas traversés par le courant de terre. Pour ces transformateurs, le seul signe indiquant qu'ils sont raccordés à un réseau avarié est le déplacement du point neutre de leur enroulement raccordé au réseau. Ce déplacement n'est pas transmis aux autres enroulements, de sorte qu'au point de vue de la compensation du courant de terre, on peut choisir un couplage quelconque pour l'enroulement.

Pour les transformateurs servant au raccordement des bobines d'extinction, les conditions sont différentes. Comme dans les cas des autotransformateurs, il faut que des ampères-tours opposés à ceux de la charge de la bobine puissent se former, afin que l'équilibre magnétique ne soit pas détruit. On doit donc déconseiller le raccordement de la bobine d'extinction à un transformateur en étoile-étoile sans enroulement de compensation. De même, la mise à la terre du neutre de l'autre côté n'est utile que pour autant que le courant de retour peut passer librement par la liaison de terre. Dans ce but la mise à la terre additionnelle des points neutres des alternateurs ne ferait que transmettre la difficulté à l'alternateur; or, ce dernier est encore plus sensible que le transformateur à une charge du point neutre. Il est donc préférable pour le raccordement des bobines d'extinction de prévoir des transformateurs en étoile-étoile avec enroulement de compensation, ou des transformateurs en étoile-triangle. Il va de soi que rien ne s'oppose non plus au raccordement à un enroulement couplé en zig-zag.

Lors du raccordement des bobines d'extinction à des transformateurs en étoile-étoile, il y a lieu de tenir compte également de ce qui suit. En général, pour examiner si le raccordement est admissible, on se place au point de vue de l'échauffement du transformateur. On devrait pourtant considérer également l'extinction de l'arc de court-circuit. Or, on constate à ce sujet que, du fait du raccordement de la bobine d'extinction à un transformateur étoile-étoile, la composante active du courant résiduel est sensiblement accrue. Pour l'extinction de l'arc, cela constitue un désavantage, car la tension augmente beaucoup plus rapidement après l'extinction lorsque l'amortissement du réseau est grand [1]).

c) Couplage capacitif.

Les enroulements du transformateur ne sont pas seulement couplés magnétiquement, mais aussi capacitivement. A vrai dire, la capacité des enroulements est si faible, qu'aucune transmission notable du déplacement du réseau avarié à l'autre n'est à craindre.

On doit par contre tenir compte du couplage capacitif des lignes parallèles, surtout si elles appartiennent à des réseaux de tensions différentes. Si, dans un tel cas, le réseau à tension la plus faible est compensé, il faut procéder à un découplage des réseaux. Au sujet des dispositifs de découplage, on trouvera dans la littérature les renseignements nécessaires.

VII^o La signalisation des défauts à la terre.

Quoique la compensation du courant de terre permette de maintenir pendant un certain temps l'exploitation même avec une terre, on doit naturellement chercher à limiter la durée de la perturbation. Durant le fonctionnement avec défaut à la terre, la contrainte que subit l'isolement des phases saines est plus élevée qu'en service normal; il serait regrettable de prolonger sciemment la durée de cette contrainte accrue, d'autant plus que s'il se produisait entre-temps une nouvelle perturbation, un déclenchement serait alors inévitable. La détermination du tronçon avarié demanderait cependant beaucoup de temps si l'on ne disposait pas de moyens auxiliaires, surtout quand il s'agit de réseaux fortement bouclés.

Le montage de relais de terre permet de repérer rapidement et avec facilité le défaut par signalisation du tronçon avarié.

Dans un réseau compensé, le surcroît de puissance réactive due à un défaut à la terre est fourni par les bobines d'extinction. La répartition de cette puissance réactive supplémentaire sur les lignes dépend uniquement de la répartition des bobines dans le réseau et de leur réglage, mais non pas de l'endroit où se produit le défaut. Il s'ensuit qu'un re-

[1]) Bull. ASE 1934, n° 18, figure 16.

lais de terre mesurant la puissance réactive ne peut jamais signaler le tronçon avarié. Le résultat est meilleur si l'on mesure la puissance active non compensée. Au défaut, la puissance active a une valeur maximum et s'écoule de là dans le réseau. Pour le relais, le sens d'écoulement diffère selon que le défaut se trouve à sa gauche ou à sa droite.

Les relais de terre (figure 9) sont des relais sensibles directionnels et wattmétriques. Ils sont alimentés par la somme des courants de trois transformateurs d'intensité couplés en parallèle (couplage de Holmgreen) et par des transformateurs de tension entre le point neutre du réseau et la terre. Ainsi couplés, ils mesurent la direction de la composante homopolaire de la puissance active s'écoulant par la ligne. Selon que cette puissance se dirige vers le relais ou en part, l'équipage mobile du relais tourne d'un certain angle dans un sens ou dans l'autre. Le sens de rotation est signalé par un dispositif simple.

Sur la base de cette signalisation, ou plutôt des signalisations des différents relais, on peut déterminer facilement le tronçon avarié. La figure 10 montre trois exemples différents, qui s'expliquent d'eux-mêmes.

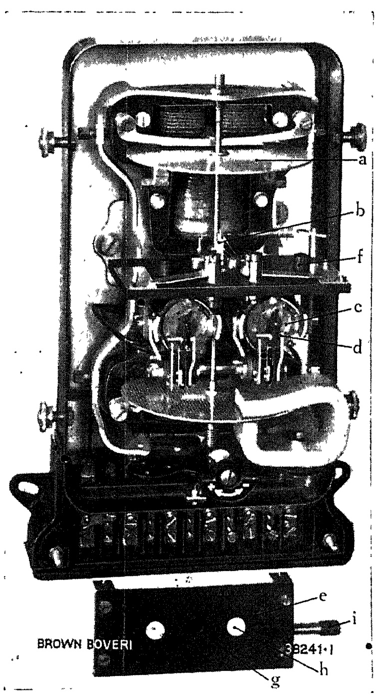


Fig. 9.
Vue du relais de terre BBC.
a Système Ferraris.
b Contacts pour la commande de relais auxiliaires.
c Relais auxiliaire.
d Contacts des relais auxiliaires.
e Dispositif de signalisation.
f Dispositif de réglage de la puissance de fonctionnement.
g Volet de signalisation.
h Orifice de contrôle.
i Bouton de rappel.

En général, la composante homopolaire de la puissance active est insuffisante pour dépasser nettement dans tous les cas la limite inférieure de fonctionnement des relais, si l'on tient compte de l'erreur des transformateurs d'intensité. Le courant de terre est souvent beaucoup plus faible que le courant de service; en outre, sa composante active qui agit sur le relais n'atteint guère que 5 à 10 %, sans compter qu'elle se répartit sur les lignes doubles, les boucles et les mailles. Enfin, le rapport de transformation du transformateur d'intensité est choisi d'après le courant de service, voire même souvent d'après le courant de court-circuit. On comprend ainsi aisément que les erreurs du transformateur, rapportées au rapport de transformation, déforment la grandeur et même le sens de la composante homopolaire de la puissance active à tel

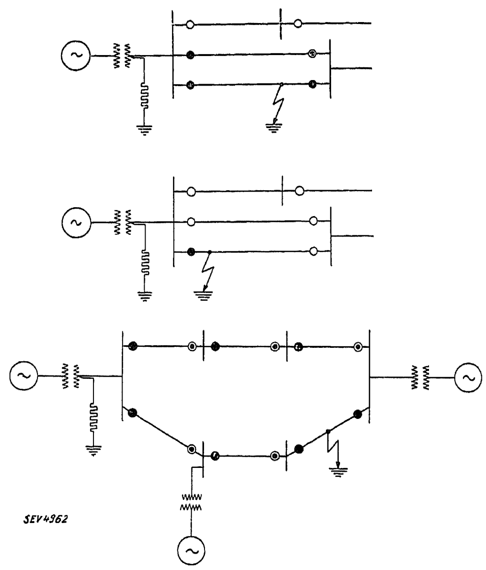


Fig. 10.
Exemples de signalisation d'un défaut à la terre par relais de terre.
● indique que le défaut se trouve en aval des barres.
◎ indique que le défaut se trouve en amont des barres.
○ n'a pas fonctionné.

point que les relais ou bien ne fonctionnent pas ou même fonctionnent à faux.

Pour remédier à ce défaut, on augmente artificiellement la composante active du courant de terre, en insérant une résistance ohmique entre point neutre et terre. La grandeur de la résistance peut être choisie de façon que le courant actif total soit en tous cas suffisant pour que le relais fonctionne correctement.

Tableau III.

Résistance ohmique	enclenchée brièvement	déclenchée brièvement
Avantages	Conditions favorables pour l'extinction de l'arc à la terre. Chutes de tension minima à l'endroit du défaut. Résistance p. charge de faible durée.	Signalisation de tous les défauts à la terre. Réglage plus sensible des relais.
Désavantages	Aucune signalisation des défauts à la terre passagers. Réglage plus grossier des relais.	Extinction plus tardive de l'arc à la terre. Chutes de tension plus importantes au défaut. Résistance p. charge de plus grande durée.

En ce qui concerne l'enclenchement de la résistance, on peut prévoir en principe deux genres de couplage, dont chacun a ses avantages et ses désavantages. La résistance peut être soit déclenchée,

soit enclenchée en service normal. Dans le premier cas, elle est enclenchée peu après l'apparition d'un défaut à la terre. Elle ne reste ensuite en service que le temps nécessaire au fonctionnement et à la signalisation des relais. Dans le second cas, elle est constamment en service et après l'apparition du défaut elle n'est déclenchée que pendant le temps nécessaire à l'extinction de l'arc. Les avantages et les désavantages de ces deux genres de couplage sont indiqués au tableau III.

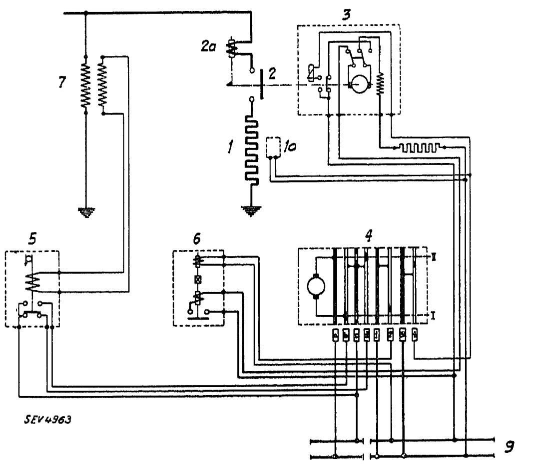


Fig. 11.
Dispositif d'enclenchement et de déclenchement automatiques de la résistance au point neutre.

1 Résistance au point neutre.
2 Interrupteur.
2a Relais à maximum d'intensité.
3 Commande de l'interrupteur.
4 Tambour de couplage.
5 Relais à action différée.
6 Contacteur.
7 Transformateur d'intensité entre point neutre et terre.
8 Source auxiliaire (courant alternatif).
9 Source auxiliaire (courant alternatif ou continu).

On choisira l'un ou l'autre de ces couplages selon que certains des avantages ou des désavantages ont une plus grande importance.

L'enclenchement et le déclenchement de la résistance peut se faire à la main ou, de préférence, automatiquement. La figure 11 montre le schéma des connexions d'un dispositif automatique, qui enclenche brièvement la résistance 1. L'enclenchement est amorcé par le relais à action différée 5, raccordé à la tension du point neutre. L'ordre se transmet, par l'appareil d'enclenchement 4 avec contacteur 6, à la commande à moteur 3 (ou à électro-aimant) de l'interrupteur 2.

La résistance peut être branchée directement entre point neutre et terre, comme l'indique la figure 11, ou être alimentée par un enroulement secondaire de la bobine d'extinction. Ce second système présente l'avantage que la résistance et l'interrupteur peuvent être prévus pour une tension plus faible.

VIII° La construction des bobines d'extinction.

La construction interne des bobines d'extinction diffère sensiblement sur certains points de celle des transformateurs. Mais, dans ce cas également, la réduction des frais de fabrication exigée par la crise économique joue un rôle prépondérant, d'autant plus que les pertes n'ont ici qu'une importance tout à fait secondaire. La sécurité de service ne doit naturellement pas être rendue précaire par une utilisation trop poussée des matières. A vrai dire, le danger n'est à ce point de vue pas très grand, car la sévérité des prescriptions d'essais empêche que la réduction des prix de fabrication soit obtenue au détriment de la sécurité de service. Les constructeurs n'ont donc pu obtenir une meilleure utilisation du matériel qu'en améliorant la construction. Les progrès réalisés depuis quelques années sont remarquables.

a) Le noyau en fer.

Les colonnes sont subdivisées dans le sens perpendiculaire à l'axe, de façon à obtenir un certain nombre de paquets de tôles séparés par des couches de papier bakélité. Actuellement, la subdivision est poussée à tel point que les paquets de tôles n'ont guère plus de quelques cm de hauteur. On obtient ainsi une répartition très régulière de l'entrefer sur toute la longueur des colonnes. Les flux de dispersion entre paquets, dont la détermination exacte exigerait de longs calculs si les entrefers étaient larges, peuvent être négligés dans le cas de faibles tensions magnétiques d'entrefers étroits. L'avantage pratique de la subdivision multiple réside dans la réduction des pertes additionnelles provoquées dans les tôles externes par les flux de dispersion. Cet avantage n'est pas le seul. Il existe en effet une autre dispersion, celle qui s'établit entre l'enroulement et le noyau de fer. On sait que ces flux de dispersion sont d'autant plus faibles que les ampères-tours nécessaires à la magnétisation du fer sont créés plus près de celui-ci. Cette loi peut être beaucoup mieux satisfaite lorsque l'entrefer est fortement subdivisé. On se rapproche de la subdivision la plus favorable, qui est celle indiquée sur la figure 12, où chaque entrefer est vis-à-vis d'une bobine de l'enroulement. Une disposition de ce genre permet de calculer d'avance avec précision l'induction. On évite ainsi des modifications ultérieures, qui sont toujours coûteuses.

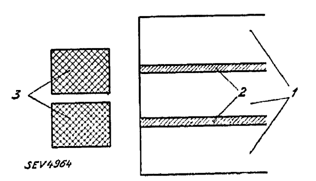


Fig. 12.
Dispositions des bobines en face des entrefers du noyau.

1 Paquets de tôles.
2 Entrefers.
3 Bobines.

Le choix de la saturation du fer des bobines d'extinction ne joue pas un rôle aussi important que pour les transformateurs, car la très courte durée annuelle de la charge de ces bobines ne permet pas de parler d'un rendement économique. Les pertes intéressent uniquement la question de l'échauffement. On peut en outre choisir une saturation du fer plus élevée, parce que les ampères-tours du fer

ne constituent qu'une faible part du nombre total d'ampères-tours exigés pour la magnétisation du circuit magnétique. Cette part est de 5 à 10 % pour les bobines de faible et de moyenne puissance, et de 2 à 5 % pour les bobines de grande puissance. Le constructeur peut donc tabler sur des inductions de 15 000 Gauss ou même plus, tout en obtenant des bobines dont l'inductance ne varie pas trop fortement dans le domaine des variations ordinaires de

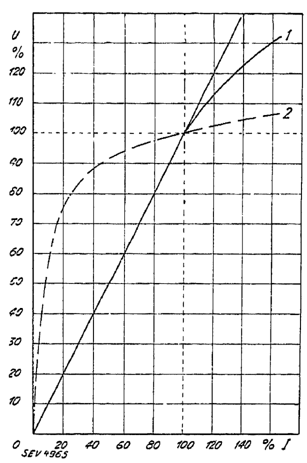


Fig. 13.

Courbe de magnétisation d'une bobine d'extinction (1) comparée à celle d'un transformateur (2) pour une même induction des colonnes.

la tension. La figure 13 montre par exemple une courbe de magnétisation pour une bobine de 5500 kVA avec une induction de 15 000 Gauss. Cette figure indique également la courbe de magnétisation pour un noyau en fer sans entrefer, avec $B = 15\,000$ Gauss. On remarquera l'écart considérable entre ces deux courbes.

b) Enroulement.

Pour satisfaire aux conditions de service les plus variées, en ce qui concerne le déclenchement de certains tronçons, le service à lignes simples et doubles, la séparation en services indépendants et l'extension des réseaux, il ne suffit généralement pas de répartir la puissance des bobines d'extinction entre plusieurs unités et de disposer celles-ci en certains points du réseau. Les enroulements doivent être munis de prises supplémentaires, et les courants des bobines correspondant à ces prises doivent être adaptés aussi exactement que possible aux différentes valeurs du courant de terre, qui peuvent se présenter en service. D'ailleurs, les enroulements des transformateurs aussi sont munis fréquemment de prises supplémentaires, soit pour accorder le rapport de transformation une ou plusieurs fois, voire même périodiquement, aux variations de la tension, soit pour régler la tension en un certain point du réseau à l'aide de commutateurs manœuvrables sous charge. Le constructeur craint souvent de prévoir un pourcentage de prises trop élevé. Il a raison, car il cherche à éviter la dissymétrie de l'enroulement, qui conduit très rapidement à des forces axiales extrêmement élevées, en cas de court-circuit. Les prises supplémentaires prévues pour les transformateurs ne sont donc généralement que de $\pm$ 5 %, et pour les transformateurs de réglage de $\pm 10 \times 1$ %. On évite de prévoir des prises pour une plage plus grande.

Pour les bobines d'extinction, la question des prises supplémentaires se pose différemment. On exige souvent des courants de bobine présentant un rapport de 1 : 2, de 1 : 2,5 et même de 1 : 3, ce qui correspond à des rapports entre spires de 1 : 1,4, 1 : 1,5 et 1 : 1,7. Pour pouvoir régler la bobine à son courant maximum, on doit dans ce dernier cas réduire à 59 % le nombre des spires, c'est-à-dire que le 41 % des spires doivent être déclenchées. Les courants dans les bobines d'extinction sont heureusement assez faibles, et la bobine d'extinction ignore le court-circuit, sinon de telles étendues de prises seraient irréalisables.

Le constructeur doit cependant chercher à éviter ou à réduire autant que possible une dissymétrie dans la disposition des enroulements de ces bobines. Un certain nombre de couplages permettent d'atteindre ce résultat. Celui qui paraît le plus naturel est de prévoir pour chaque prise un enroulement et de le répartir sur toute la longueur des colonnes, comme pour l'enroulement principal (figure 14). L'avantage de cette disposition réside dans la possibilité de donner à chaque prise le nombre de spires qui lui convient. Si l'on désigne par w le nombre de spires de l'enroulement principal, par w_1, w_2, etc. le nombre de spires des enroulements à prise,

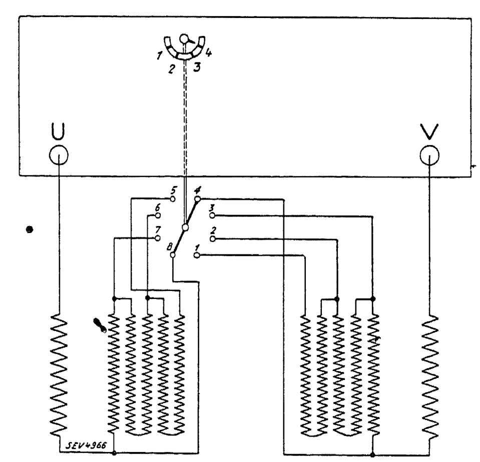


Fig. 14.
Disposition des enroulements à prise d'une bobine d'extinction.

les courants dans les bobines seront entre eux comme

$$\left(\frac{1}{w}\right)^2 : \left(\frac{1}{w+w_1}\right)^2 : \left(\frac{1}{w+w_1+w_2}\right)^2 \text{ etc.}$$

Malheureusement, cette solution élégante en soi présente le gros désavantage d'augmenter très fortement l'encombrement du bobinage dans le sens axial et de conduire ainsi à des bobines d'un prix élevé. Une variante de ce couplage consiste à en-

rouler ensemble en hélice deux ou plusieurs enroulements à prise. De cette façon, on réduit sensiblement les dimensions. Cet avantage est toutefois compensé par le fait que tous les enroulements à prise ont le même nombre de spires w_1, de sorte que les courants sont entre eux comme

$$\left(\frac{1}{w}\right)^2 : \left(\frac{1}{w+w_1}\right)^2 : \left(\frac{1}{w+2w_1}\right)^2 \quad \text{etc.}$$

On ne peut choisir à volonté que deux des courants, tandis que les autres sont déterminés par la disposition de l'enroulement. Depuis quelque temps, on prévoit un seul enroulement pour les prises et l'enroulement principal. On ne peut pas éviter alors certaines dissymétries, mais l'expérience a toutefois montré que ces dissymétries ne dépassent pas les limites admissibles, grâce à la subdivision multiple de l'entrefer.

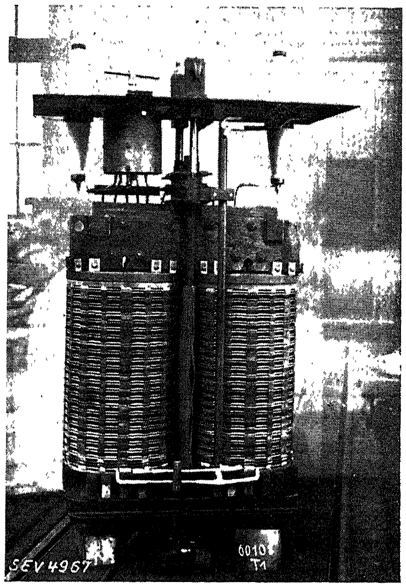


Fig. 15.
Vue de la partie active d'une bobine d'extinction.

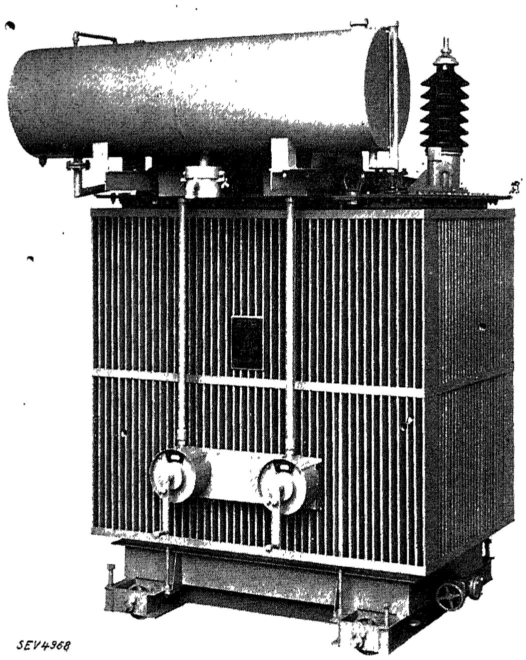


Fig. 16.
Bobine d'extinction pour montage en plein air, avec transformateur de point neutre logé à l'intérireur de la cuve.

Puissance:	1090 kVA, 24 heures.
Tension de phase:	$\frac{63\,000}{\sqrt{3}}$ V
Fréquence:	50 pér./s
Intensité:	30/22/16,5/11,5 A.

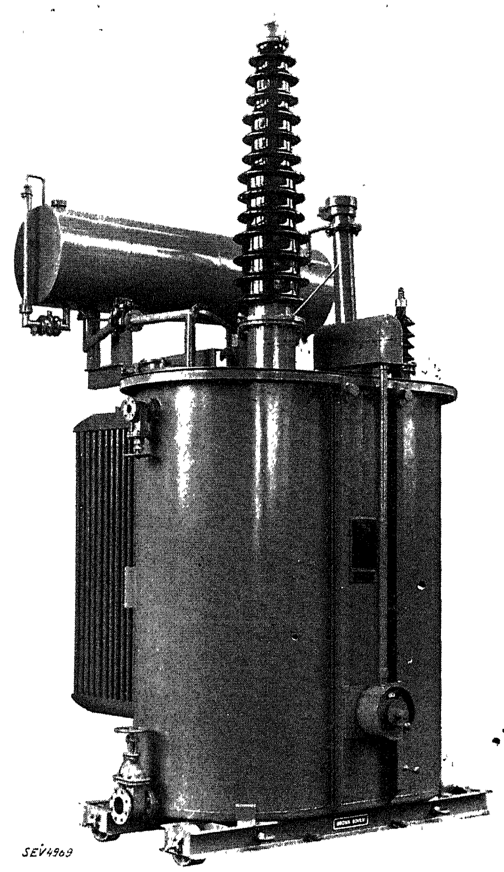


Fig. 17.
Bobine d'extinction pour montage en plein air.

Puissance:	1730 kVA, 24 heures.
Tension de phase:	$\frac{150\,000}{\sqrt{3}}$ V
Fréquence:	50 pér./s.
Intensité:	20/19/13/12 A.

Comme pour les enroulements des transformateurs, l'isolement des spires n'est maintenant constitué que par plusieurs couches de papier mince enroulé autour du cuivre. Le papier est protégé par une enveloppe de coton. Le calage de l'enroulement est simple, comme le montre la figure 15, ces bobines n'étant pas soumises à des contraintes par court-circuit. Une bonne circulation de l'huile

doit être naturellement assurée par un écartement suffisant entre bobines et entre l'enroulement et le noyau.

c) Accessoires.

A cause du grand nombre de spires des enroulements à prises, les commutateurs de prises doivent être très soigneusement isolés. La différence de tension entre deux contacts voisins n'atteint que la moitié de la tension de l'enroulement à prise, car cet enroulement est toujours réparti sur les deux colonnes et les extrémités de cet enroulement sont conduites à des contacts diamétralement opposés du commutateur de prises. Cette tension est cependant encore trop élevée pour que la plupart du temps l'on puisse songer à utiliser les commutateurs manoeuvrables sous charge, employés pour les transformateurs de réglage. Les commutateurs de prises ne doivent donc jamais être actionnés que lorsque la bobine est déclenchée.

On prévoit de plus en plus souvent le montage de transformateurs d'intensité dans ces bobines. Ces transformateurs servent à l'alimentation de relais et d'ampèremètres. On peut prévoir en outre un enroulement secondaire pour 110 volts. Il ne faut cependant pas oublier que, lorsqu'elle est sous tension en cas de défaut à la terre accidentel, la bobine d'extinction fonctionne sous une tension pratiquement constante. Le nombre de spires varie à chaque position du commutateur de prises. Le flux magnétique est donc variable et un enroulement secondaire ne fournit pas sans autre une tension constante. La tension par spire étant relativement élevée, il est parfois impossible de munir l'enroulement secondaire d'un nombre de prises suffisant, de sorte que la tension secondaire peut subir certaines variations.

La figure 16 montre une bobine d'extinction moderne pour un réseau à 60 kV. Cette bobine est munie de deux commutateurs de prises pouvant être actionnés indépendamment l'une de l'autre. Cette exécution à commandes séparées permet de doubler le nombre des positions et d'obtenir un plus grand nombre de courants de bobine. La bobine est prévue pour montage en plein air et est munie par conséquent d'un conservateur d'huile. La cuve en tôle ondulée renferme en outre un transformateur de point neutre, ce qui permet de brancher directement la bobine au réseau. La cuve de la bobine de la figure 17 est à parois lisses, avec radiateurs. Cette bobine qui protège un réseau à 150 kV, est intéressante par le fait qu'elle a dû satisfaire à des prescriptions d'essais extrêmement sévères, bien qu'elle soit précédée d'un transformateur de réseau. Non seulement elle a dû être isolée pour supporter la pleine tension composée, mais l'isolement de ses spires devait en outre supporter un essai d'une durée de trois heures. Il faut espérer que des prescriptions aussi sévères pour l'essai des bobines d'extinction ne se généralisent pas, car elles dépassent de beaucoup le but à atteindre.

Diskussion.

Der **Vorsitzende** verdankt den Vortrag des Herrn van Gastel bestens und eröffnet mit einigen einführenden Worten die Diskussion.

Herr Dr. **I. Goldstein,** Zürich: Ich gestatte mir, zu dem interessanten Referat des Herrn van Gastel einige Bemerkungen zu machen, die, wie ich gleich betonen möchte, keinen Dogmenstreit im Hintergrund haben, sondern lediglich zur Klärung des Problems beitragen sollen. In diesem Sinne möchte ich zur Abstimmung der Löschspule folgendes sagen: Die vom Herrn Referenten angegebene Bemessung der Löschspule nach der Gleichung, nach welcher der induktive Widerstand der Spule der Summe der drei kapazitiven Phasenwiderstände gegen Erde gleich ist, entspricht der Abstimmung auf Resonanz. Dass eine starke «Verstimmung» die Lichtbogenlöschung erschwert, war aus den vorgeführten Oszillogrammen zu entnehmen. Man sah deutlich, wie mit der Verstimmung der Spule die Zeit für die Rückkehr der Spannung an der kranken Phase geringer wurde. Damit ist aber die Möglichkeit einer Rückzündung gegeben. Die Anhänger der Verstimmung der Löschspule wollen es mit der Notwendigkeit einer Herabsetzung der Nullpunkt-Spannung, die durch kapazitive Unsymmetrie bedingt ist, erklären. Nun zeigt aber die Rechnung, dass die Nullpunktspannung in Netzen mit hinreichender Verlustkomponente des Erdschlussstromes durch eine Verstimmung, die noch zulässig ist, nur unwesentlich geändert wird. Die Erzielung eines möglichst geringen Reststromes durch Resonanzabstimmung ist die beste Gewähr für die optimale Wirksamkeit des Schutzes mit Hilfe von Erdschlußspulen und ich habe auf Grund des Referates den Eindruck, dass diese Auffassung heute die allgemeine ist.

Praktisch wird eine gewisse Verstimmung nicht zu vermeiden sein, und es ist auch bei einem gewissen Grad der Verstimmung die Löschung des Lichtbogens nicht gefährdet.

Bezüglich des Oberwellenstromes im Reststrom möchte ich noch bemerken, dass die Oberwellenströme im Erdschlußstrom, die von der Verzerrung der Spannungskurve direkt herrühren, durch die Verminderung der kapazitiven Belastung der Generatoren in einem durch Erdschlußspule

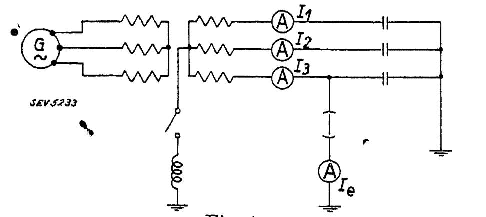


Fig. 1.
Versuch zur Demonstration der Erdschlußstrom-Kompensation.
Netzspannung 10 kV.

	Versuch 1 ohne Erdschluss ohne Spule A	Versuch 2 mit Erdschluss ohne Spule A	Versuch 3 mit Erdschluss mit Spule A
I_1	3,2	5,9	5,5
I_2	3,0	5,8	5,5
I_3	3,3	10,3	~ 0
I_e	0	$= I_3 =$ 10,3	0,32

kompensierten Netz gemildert werden. Dies trifft aber nicht zu in den Fällen, wo die Oberwellenströme von gesättigten Transformatoren herrühren. Aus der Praxis ist mir bekannt, dass die Oberwellen der 5. Ordnung mitunter Schwierigkeiten machen. In solchen Fällen muss man zu besonderen Kompensationseinrichtungen greifen, die die Unterdrückung die-

ser höheren Harmonischen bezwecken. Es dürfte bekannt sein, dass an der Technischen Hochschule in Darmstadt speziell ein Messgerät entwickelt wurde, welches die Ablesung des Prozentgehaltes der Oberwellenströme gestattet.

Nach diesen Bemerkungen möchte ich in Fig. 1 eine Versuchsschaltung vorführen, die sehr anschaulich die Wirkungsweise der Erdschlußspule zeigt. Dieser Versuch hat schon manchen ursprünglichen Gegner des Schutzes durch Löschspulen in einen leidenschaftlichen Anhänger verwandelt. Ein Transformator mit ausgeführtem Nullpunkt wird mit Kondensatoren belastet. Der Transformator hat auch eine Tertiärwicklung, die im Bilde nicht dargestellt ist. An dieser Einrichtung wurde die folgende Versuchsreihe mit 10 000 Volt ausgeführt. Der erste Versuch im erdschlussfreien Netz zeigt die Symmetrie der kapazitiven Belastung (die gemessenen Ströme: $I_1 = 3{,}2$ A, $I_2 = 3{,}0$ A, $I_3 = 3{,}3$ A). Der Nullpunkt kann über eine Erdschlußspule mittels eines Schalters geerdet werden. Ausserdem kann die Phase 3 mittels eines Trenners an Erde gelegt werden. Im zweiten Versuch war die Erdschlußspule nicht angeschlossen. Beim Oeffnen des Trenners konnte man dann einen starken Lichtbogen beobachten. Der gemessene Erdschlußstrom betrug 10,3 A. Beim dritten Versuch war die Löschspule angeschlossen. Jetzt war das Oeffnen des Trenners ganz funkenlos. Der Erdschlussstrom wurde bei scharfer Resonanzabstimmung zu 0,32 A gemessen.

Zur Ausführung und dem Bau von Löschspulen möchte ich an Hand von zwei Bildern, die mir von der AEG zur Verfügung gestellt wurden, noch einige Bemerkungen machen. Die von Herrn van Gastel als unwirtschaftlich dargestellte Ausführung mit Zylinderspulen ist speziell am Platze, wo es sich um Spulen mit abgestufter Isolation handelt. Fig. 2 zeigt eine solche Spule, die für das RWE ausgeführt wurde. Man gewinnt an Raum in axialer Richtung, da man die inneren Zylinder länger bauen kann und nur für die sichtbaren Aussenspulen den grössten Jochabstand einhalten muss. Die Abschaltungen von Wicklungsteilen zur Abstimmung werden mittels des Umschalters ausgeführt, und zwar so, dass jeweils ganze Spulen abgeschaltet werden. Die Isolation gegen die Joche wird durch eine grosse Anzahl von Winkelringen bewerkstelligt. Die Spulen mit abgestufter Jochisolation müssen durch Eigenerregung auf Isolation geprüft werden. Wegen der hohen Blindleistung, die dazu nötig ist, gelingt dies nur, wenn man zu einer Prüfung in Resonanzschaltung mit einer erhöhten Frequenz schreitet. Die Spule wird über einen Transformator in Serie mit einer Kondensatorenbatterie geschaltet. Bei der Abstimmung der Prüfschaltung auf Resonanz gelingt es, mit verhältnismässig geringer Maschinenleistung auf sehr hohe Spannungen zu kommen. So konnten alle Spulen für 220 kV Netzspannung (wie Fig. 2) mit 440 kV durch Selbsterregung geprüft werden. In dieser Prüfungsschaltung hat man auch Gelegenheit, die Windungsprobe mit hoher Spannung auszuführen, was bei der normalen Schaltung und Frequenz wegen der zu hohen Blindleistung gar nicht möglich ist. Fig. 3 zeigt die gleiche Spule im Kasten. Der zweite Isolator, der für eine Nennspannung von 70 kV bemessen ist, dient zum Anschluss an eine Saugspule, die mit einem andern Pol an Erde liegt. Ferner sieht man im Bilde den Antrieb zum Regulierschalter, mit Hilfe dessen man die Spule auf ca. acht Stromstufen im stromlosen Zustand schalten kann. Wie aus dem Bilde hervorgeht, ist die Spule, die für eine Blindleistung von 19 000 kVA bemessen ist, mit einer Pressluftkühlung versehen. Man hat sich hier auf einen Dauererdschluss eingerichtet. In diesem Fall werden die Ventilatoren eingeschaltet und die Kühlluft (es handelt sich um Freiluftausführung) wird über einen Verteilerkasten den Radiatoren zugeführt. Jede Seite hat, wie ersichtlich, ihren eigenen Ventilator.

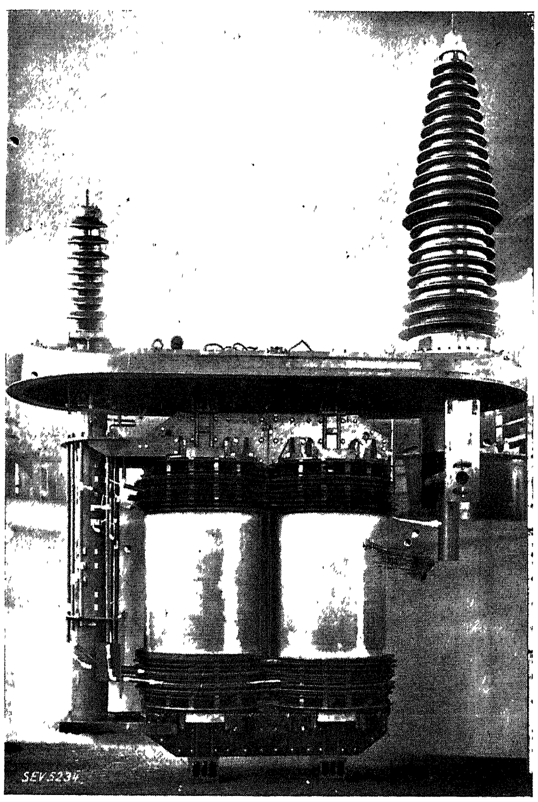


Fig. 2.
Erdschluss-Spule für 19 000 kVA, 220 kV Netzspannung.

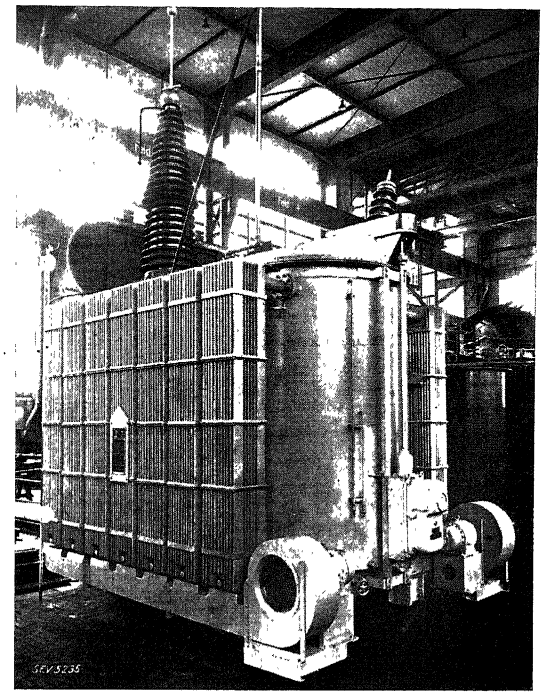


Fig. 3.
Erdschluss-Spule Fig. 2, im Kasten.

Herr **V. Germann**, seinerzeit Comp. Sevillana de Electricidad, Sevilla (*schriftlicher Beitrag*, vorgelesen): Im Anschluss an das Referat von Herrn van Gastel möchte ich mit Erlaubnis der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich, ein hervorragendes Beispiel der Wirkung der Löschspulen mitteilen, das ich während meiner mehrjährigen Tätigkeit bei der Compañia Sevillana de Electricidad (CSE) (Spanien) zu untersuchen Gelegenheit hatte. Es handelt sich um einen Vorfall im 50 kV-Ueberlandnetz mit ca. 75 A Erdschlußstrom und ca. 68 A Löschspulenstrom. Ich nehme die

Störungsursache voraus: Die Erdschlüsse waren bedingt durch Einknicken einer offenbar ungenügend beschwerten Hängekette einer Phase in stark kupiertem Gelände im Laufe einer Sturmnacht mit Temperatursturz im Jahre 1932. Die Lichtbogenspuren waren an der Traverse 40 cm vom Aufhängepunkt zu finden, am Eisenmast keine. Von 21.30 Uhr an setzten in immer rascherer Folge vorübergehende Erdschlüsse ein, ohne dass das Netz weiter in seinem Betrieb gestört wurde. Das Personal nahm deshalb mit Rücksicht auf die Netzkonfiguration, Zeit und Telephonverhältnisse bis nach Mitternacht keine Schaltungen zur Lokalisierung des Erdschlusses vor. So ereigneten sich nach dem Registrierstreifen ca. 150 vorübergehende Erdschlüsse, die immer sofort einwandfrei gelöscht wurden, so dass nach dem Diagramm bei 1 mm/min Vorschub keine Erdschlussdauer abgelesen werden konnte. Es ereignete sich dann eine lokale Abschaltung in einem andern Netzteil, die nachträglich nicht mit Sicherheit mit den genannten Erdschlüssen als Doppelerdschluss in Verbindung zu bringen war. Von diesem Moment an begann das Personal die Störung zu lokalisieren, während welcher Zeit sich weitere ca. 20 einwandfrei gelöschte Erdschlüsse ereigneten, bis die gestörte Leitung unter den 22 Teilstrecken ausfindig gemacht worden war. Meines Erachtens legt dieses Beispiel ein eindeutig gutes Zeugnis ab, erstens für die gute Löschwirkung der Spulen, wenn man die Phasenabstände für 50 kV-Leitungen und die Löschschwierigkeiten bei einem Erdschlußstrom von 75 A für ungelöschtes Netz in Betracht zieht, und zweitens auch für den guten Isolationszustand des übrigen Netzes während Sturmwetter. Diese Störung gab seinerzeit Anlass zum Studium der Verwendung von Erdschluss-Richtungsanzeigerelais an strategisch wichtigen Punkten zur Einkreisung von Erdschlüssen.

Noch eine weitere Erscheinung ist zu erwähnen, nämlich das Auftreten von Nullpunktsüberschlägen bei nahen Gewitterentladungen in die Freileitung. Ich konnte sechs solcher Ueberschläge im Laufe von drei Jahren in den drei mit Löschspulen ausgerüsteten Stationen untersuchen, bzw. aus der Statistik ausfindig machen. Die Nullpunktsschiene ist für 30 kV isoliert. Dieses Phänomen bewog die CSE zur Anbringung von modernen Ueberspannungsableitern für 30 kV in Parallelschaltung zu den Spulen. Während 1½ Jahren weiterer Betriebszeit mit eingebauten Ableitern hat sich kein weiterer Nullpunktsüberschlag mehr ereignet. Eine Zählvorrichtung für das Ansprechen der Ableiter war leider während dieser Zeit nicht eingebaut.

Herr **M. Wettstein**, Oberbetriebsleiter der Elekrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), Zürich: Es wurde die Frage aufgeworfen, bis zu welcher Spannung man die Löschspulen verwenden sollte. Ich möchte die ergänzende Frage stellen, von welcher Spannung an soll man die Löschspulen verwenden?

Sicher hat die Löschspule eine grosse Bedeutung, sobald in einem Hochspannungsnetz der Erdschlußstrom eine gewisse Grösse annimmt. Sind die Erdschlußströme dagegen verhältnismässig niedrig, so kann mit der Anwendung der Löschspule nach meiner Auffassung keine wesentliche Betriebsverbesserung erzielt werden. Ich möchte diese Behauptung anhand von Betriebserfahrungen belegen. Die EKZ haben nämlich im Jahre 1923 in einem ihrer Hochspannungsnetze eine Löschspule eingebaut. Dieses Netz hat eine Leitungslänge von 230 km, welcher ein Erdschlußstrom von ca. 7 bis 8 A entspricht. In den andern Netzen sind keine Löschspulen eingebaut. Eine seit sieben Jahren auf Grund einer sorgfältigen Störungskontrolle aufgebaute Störungsstatistik gibt nun ein gutes Bild über das Verhalten der Netze mit und ohne Löschspulen.

Für die Vergleichszahlen wurden alle Störungen, bei denen die Löschspule keinen Einfluss auszuüben vermochte, wie z. B. Kurzschlüsse bei Schneefall und Sturm, mechanische Beschädigungen von Leitungen durch Drittpersonen, Fehlschaltungen usw., nicht mitgezählt. Ausserdem können die Anzahl der Störungen der einzelnen Netze nicht direkt miteinander verglichen werden, weil die Netze nicht alle gleiche Längen haben und auch die einzelnen Leitungen ganz verschieden lang sind. Rechnet man aber die Störungen der einzelnen Netze auf eine einheitliche Netzlänge, z. B. auf 100 km um, so kann ein Vergleich als genügend genau angesehen werden, besonders da alle Netze eine gleichwertige Isolation aufweisen und für den Vergleich der Mittelwerte eine verhältnismässig lange Zeitperiode benützt wird. Diese Umrechnung ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bezeichnung der Netze	Netzlänge km	Zahl der Störungen der 7jähr. Periode im Mittel eff.	auf 100 km umgerechnet
Mattenbach mit Löschspule	230	12,7	5,5
Rüti ohne »	178	8,72	4,9
Eglisau » »	156	12,6	8,1
Seebach » »	150	9,85	6,6
Aathal » »	114	10,3	9,0

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die Löschspule im Netz Mattenbach offenbar keine wesentliche Betriebsverbesserung brachte. Es taucht deshalb die Frage auf, von welcher Spannung an in einem Netz von bestimmter Grösse, d. h. mit andern Worten, von welcher Erdschlussstromstärke an der Löschspule eine Bedeutung zukommt.

Ausserdem möchte ich noch auf einen weitern wichtigen Punkt aufmerksam machen. Der Herr Referent empfiehlt den Einbau der Löschspulen hauptsächlich, um den Betrieb störungsfreier zu gestalten. Durch die Herabsetzung des Erdschlußstromes wird aber auch die Gefährdung von Personen und Tieren bei der Erdschlußstelle bedeutend vermindert. Treten bei einem Erdschluss grosse Ströme auf, so entstehen auch dann, wenn der Erdübergangswiderstand bei der Erdschlußstelle nur wenige Ohm beträgt, doch verhältnismässig grosse Berührungs- und unter Umständen grosse Schrittspannungen. Wird der Erdschlußstrom herabgesetzt, so wird auch die bei der Fehlerstelle entsprechende Spannung kleiner. Wenn dabei auch nicht jede Gefahr vermieden wird, so wird sie doch wesentlich vermindert.

Ganz besonders spielt die Herabsetzung des Erdschlussstromes beim Uebertritt von Hochspannung auf Niederspannung, z. B. bei einem Drahtbruch in einer Kreuzungsstelle, eine besondere Rolle. Es ist nämlich nicht möglich, in einem Niederspannungsnetz einen wirksamen Schutz gegen solche Ereignisse durchzuführen, wenn der Erdschlußstrom eine gewisse Grösse überschreitet. Für die Ermittlung des maximal zulässigen Erdschlußstromes muss man unterscheiden, ob in den Hausinstallationen des betreffenden Niederspannungsnetzes die Nullung oder ein anderes Schutzsystem angewendet wird. Wird die Nullung angewendet, so ist der Nulleiter im Netz nachgeführt und an verschiedenen Stellen geerdet. Da aber alle Gehäuse der Anschlussobjekte mit dem Nulleiter verbunden sind, so muss dafür gesorgt werden, dass zwischen Nulleiter und Erde keine gefährliche Spannung auftritt. Die Starkstromverordnung schreibt vor, dass diese Spannung nicht mehr als 50 Volt betragen oder dann nur wenige Sekunden lang bestehen bleiben dürfe. Weil ein Erdschluss aber längere Zeit bestehen bleiben kann, muss offenbar dafür gesorgt werden, dass die Spannung Nulleiter-Erde nicht mehr als 50 Volt beträgt. Da der Nulleiter an verschiedenen Punkten geerdet werden muss, so kann angenommen werden, dass der in Frage kommende Erdwiderstand im allgemeinen nicht gross sein wird. Die Erfahrungen, die die EKZ bis jetzt gemacht haben, zeigen, dass es in den meisten Fällen möglich ist, den Erdwiderstand der Nulleitererdung auf unter 3 Ohm zu halten. Nimmt man nun 3 Ohm als Grenzwert an, so darf der Erdschlußstrom nicht mehr als 17 A betragen, damit zwischen Nulleiter und Erde keine grössere Spannung als 50 Volt entsteht.

Wird in der Hausinstallation nicht die Nullung, sondern ein anderes Schutzsystem angewendet, so spielt die Spannung zwischen Netznullpunkt und Erde nicht mehr die gleiche Rolle wie bei Anwendung der Nullung. Es kommt in solchen Fällen nur darauf an, dass zwischen den Polleitern und der Erde keine so hohe Spannung auftritt, dass die Isolation in der Hausinstallation gefährdet wird. Diese Spannung wird

nun allerdings wiederum durch die zwischen Nullpunkt und Erde herrschende Spannung beeinflusst. Nimmt man in einem Drehstromnetz z. B. an, dass die Spannung zwischen den Polleitern und der Erde nicht mehr als die verkettete Netzspannung betragen dürfe (entsprechend den Verhältnissen, die bei einem Erdschluss im Niederspannungsnetz entstehen), so ist die maximal zulässige Spannung zwischen Nulleiter und Erde gegeben. Im ungünstigsten Fall ist nämlich die Spannung eines Polleiters gegen Erde gleich der Phasenspannung plus der Spannung Nulleiter-Erde. Die zulässige Spannung Nulleiter-Erde U_z ist also gleich der verketteten Spannung minus der Phasenspannung, und da die verkettete Spannung gleich $\sqrt{3}$mal der Phasenspannung U ist, so ist

$$U_x = \sqrt{3}\,U - U = U(\sqrt{3}-1) = 0{,}73\ U.$$

Da in solchen Netzen sehr oft der Nulleiter nicht nachgezogen ist, ist in vielen Fällen nur der Transformatornullpunkt geerdet. Dementsprechend ist auch der Erdwiderstand dieser Erdung in der Regel verhältnismässig hoch. Wird in den Hausinstallationen die «Erdung» als Schutzsystem angewendet, so darf ausserdem der Widerstand der Nullpunktserdung einen gewissen Widerstand nicht *unterschreiten*. Anderseits bestimmt die Starkstromverordnung, dass dieser Widerstand nicht mehr als *20 Ohm* aufweisen dürfe. Rechnet man mit diesem maximal zulässigen Widerstand und nimmt man z. B. ein Drehstromnetz von 500 Volt verketteter Spannung an und soll die Spannung der Polleiter gegen Erde nicht mehr als 500 Volt betragen, so darf der Erdschlußstrom zwischen Nullpunkt und Erde keine grössere Spannung als 73 % von 290 Volt ≅ 210 Volt erzeugen. Bei 20 Ohm Erdwiderstand dürfte der Erdschlußstrom also nicht mehr als rund 10 A betragen. Diese Rechnung stimmt aber nur dann, wenn im Ortstransformator eine andere als die Stern/Stern-Schaltung angewendet wird. Bei der Stern/Stern-Schaltung werden die Verhältnisse anders und sie müssen in jedem einzelnen Fall besonders bestimmt werden. Auf solche Sonderfälle will ich aber nicht näher eintreten. Ich wollte nur zeigen, welche Bedeutung der Anwendung von Löschspulen auch mit Rücksicht auf den Ueberspannungsschutz in Niederspannungsnetzen zukommt.

Zum Schlusse möchte ich noch kurz auf folgendes hinweisen. Der Herr Referent empfiehlt die Anwendung von Erdschlussanzeige-Relais, um rasch und auf möglichst einfache Weise die kranke Leitung herauszufinden. Solche Relais werden in vermaschten Netzen sicher sehr gute Dienste leisten. In Netzen mit offenen Leitungen kann man allerdings, wenn die Schaltanlage des Speisepunktes entsprechend eingerichtet ist, solche fehlerhafte Leitungen auch ohne Erdschlussanzeige-Relais und ohne Betriebsunterbrechungen auffinden. Es wird sich in solchen Fällen kaum lohnen, nur wegen einer gewissen Vereinfachung beim Aufsuchen der erdgeschlossenen Leitung solche Relais einzubauen, besonders wenn man bedenkt, dass die Zahl der bleibenden Erdschlüsse doch verhältnismässig klein ist. Die Störungsstatistik der EKZ über die 8 kV-Netze zeigt, dass im Laufe eines Jahres nicht mehr als eine solche Störung pro Leitung vorkommt; so sind z. B. im abgelaufenen Rechnungsjahr in allen unsern Netzen zusammen 37 Erdschlüsse aufgetreten, die sich auf 46 einzelne Leitungen verteilen. Wünschenswert wäre dagegen eine einfache Fehlerortsbestimmung; denn bei langen und verzweigten Leitungen ist das Aufsuchen des Erdschlusses manchmal sehr zeitraubend. Da aber ein Erdschluss, auch wenn der Erdschlußstrom klein ist, unter Umständen doch gewisse Gefahren in sich birgt, so hat ein rasches Auffinden der Erdschlußstelle eine grosse Bedeutung.

M. Ch. **Jean-Richard**, Forces Motrices Bernoises S. A., Berne: Les Forces Motrices Bernoises S. A. à Berne se sont occupées elles aussi de la mise à la terre aux réseaux haute tension. Nous avons posé et résolu, voici quatre ans, le problème à savoir comment on peut déterminer d'avance et sans inconvénient pour le réseau la puissance nominale d'une bobine d'extinction.

Vous avez compris d'emblée pourquoi nous avons posé le problème de cette façon. D'abord le calcul est compliqué: il faudrait connaître la disposition exacte des conducteurs par rapport à la terre et par rapport l'un à l'autre. Tantôt il y a plus d'une ligne par poteau, tantôt la ligne suit une pente, traverse une forêt, chemine à travers champ. Le blé peut être haut, la forêt peut avoir poussé.

Puis les transformateurs présentent d'autres inconnues: il y a les petits transformateurs, il y en a qui sont bien plus puissants.

Donc, nous avons dit: mesurons! Seulement une objection se présente. Il faudra mesurer sans gêner l'exploitation. Nous n'admettrons pas de mise à la terre directe, nous cherchcherons à comprendre dans notre essai le réseau dans toute son étendue.

Voici la manière dont nous avons procédé, soutenus par la maison Brown, Boveri.

Nous avons pris un transformateur étoile/étoile 8000 kVA, 16/45 kV, nous en avons déterminé son impédance neutre, soit env. 100 ohms à 50 pér./s. Nous l'avons branché sur le réseau 45 kV comme d'habitude et avons appliqué entre le point neutre du côté haute tension et la terre un transformateur monophasé 50 kVA, 16/4 kV. La tension secondaire en a été réglée à volonté entre 0 et 3000 volts env.

Le courant et la tension de ce transformateur ont été oscillographiés.

Après quelques calculs sur la base de ces prises oscillographiques, calculs que je passe sous silence pour le moment, voici le résultat final:

Il nous faudrait des bobines d'extinction de 1720 kVA pour la compensation exacte et de 2300 kVA en tenant compte, ô souvenir lointain, d'une extension éventuelle du réseau.

La nature infiniment généreuse, même en pareille circonstance, nous a donné à l'occasion de ces essais un résultat inattendu: Nous avons vu que la manière dont ces essais ont été agencés permet d'établir plus exactement la puissance nominale d'une bobine d'extinction que la mise à la terre directe; cela tient à l'influence des transformateurs.

En outre les Forces Motrices Bernoises ont installé dans l'une de leurs centrales sur quelques départs 16 kV des relais des Ateliers de Construction Oerlikon destinés à signaler une mise à la terre par départ. Tout d'abord lors d'une mise à la terre sur n'importe quel départ, des relais à minimum de tension branchés sur les barres omnibus des départs signalent le fait qu'il y a quelque part une mise à la terre. A ce signal on intercale dans cette centrale entre le point neutre d'un des générateurs qui alimentent ces départs et la terre une résistance de 200 ohms. Ainsi le circuit est fermé entre le départ avarié, la mise à la terre, cette résistance auxiliaire et le générateur. Les trois phases de chaque départ sont munies de transformateurs d'intensité avec retour commun du côté secondaire. Ce retour commun devient à ce moment le siège d'un courant qui sert à actionner un relais à maximum de courant, dont le voyant signale en tombant le départ avarié. Ce résultat obtenu, la résistance de 200 ohms est déclenchée, de toute façon après quelques secondes au plus. Le déclenchement du départ avarié se fait à la main au moment opportun.

Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Baden (NOK) (*schriftlicher Beitrag*, nachträglich eingegangen): Die starke Entwicklung des Energiekonsums in den Kriegs- und Nachkriegsjahren zwang viele Unternehmungen zu einem raschen Ausbau der Verteilungsanlagen. Der Ausbau geschah nicht bloss in der Erstellung weiterer Leitungen für die Hauptverteilung, sondern auch durch den Ersatz bisheriger Energietransporte niedrigerer Spannung durch solche mit erhöhter Spannung. Bei den NOK wurde hierbei die ursprüngliche Hauptverteilspannung von 25 kV immer mehr verlassen und an deren Stelle wurden Verteilungsanlagen mit ca. 50 kV Betriebsspannung in Betrieb genommen.

Die so rasch anwachsenden Verteilungsanlagen in 50 kV zeigten dann aber bald Erdschlußströme, welche zu betrieblichen Schwierigkeiten führten. Als Petersen (dazumal in Darmstadt) die bekannten Abhandlungen über die Erdschlussprobleme veröffentlichte und Mittel zur Bekämpfung der schädlichen Wirkungen der Erdschlußströme angab, schenkten die NOK dieser Angelegenheit sofort volle Aufmerksamkeit, was dazu führte, dass bereits anfangs Januar 1919 eine

erste Erdschluss-Kompensationsanlage bei der Firma Emil Haefely & Co., A.-G., in Basel, welche die Patent-Lizenz für die Ausführung der Petersen-Erdschlußspule erwarb, in Auftrag gegeben wurde.

Verschiedene Umstände gaben dazumals Veranlassung, vom Anschluss der Löschspulen an die Nullpunkte der Netz-Transformatoren abzusehen und dafür besondere 50 kV-Nullpunkt-Apparate zu verwenden. Nachdem auf Grund der im Sommer 1919 durchgeführten Versuche noch einige Aenderungen vorgenommen worden waren, erfolgte im Herbst des gleichen Jahres die Inbetriebnahme der Erdschlusskompensationsanlage, welche im Hauptnetzpunkt Töss aufgestellt worden war. Die weiter ansteigende Länge des 50 kV-Netzes führte schon ein Jahr später zur Aufstellung einer zweiten Drosselspule, womit nun zwei Erdschlussdrosselspulen von je 1680 kVA, 28 kV und umschaltbar für 45/50/55/60 A Erdschlußstrom bei 50 Per./s im Betriebe waren.

Aus betriebs- und schalttechnischen Gründen erfolgte im Jahre 1925 eine Aufteilung der Erdschlusskompensationsanlage im Sinne einer Dezentralisation, wobei ein besonderer Nullpunktsapparat samt vorhandener Drosselspule im Netzpunkt Beznau zur Aufstellung kam.

Ein Rückblick auf die 16jährige Betriebszeit mit Erdschlusskompensationseinrichtung lässt die Zweckmässigkeit einer solchen Anlage klar hervortreten. In der folgenden Zusammenstellung sind für die Jahre 1920 bis 1934 die Zahl der insgesamt aufgetretenen Erdschlüsse aufgeführt, ferner die Vorkommnisse mit Erdschlüssen, bei denen überhaupt keine Betriebsstörung auftrat, bei denen also die Energielieferung keine Beeinträchtigung erfuhr.

Jahr	Anzahl der Erdanschlüsse aus eigenen und fremden, parallel geschalteten Anlagen	Hievon führten zu keiner Betriebsstörung	Längste Dauer eines Erdschlusses während welcher der Betrieb normal weitergeführt wurde min
1920	120	97	21
1921	164	125	24
1922	105	86	20
1923	44[1])	30	23
1924	98	66	23
1925	70	49	23
1926	80	58	26
1927	100	64	17
1928	140	100	12
1929	158	106	15
1930	172	120	16
1931	90	60	26
1932	81	62	13
1933	71	60	14
1934	58	47	7

[1]) gewitterarmes Jahr.

Aus der Zusammenstellung kann entnommen werden, dass bei etwa 70 bis 80 % aller Erdschlüsse sich keine weiteren Betriebsunregelmässigkeiten ausgebildet haben. In den übrigen Fällen war die Art der Betriebsstörungen meistens so, dass gleichzeitig mit dem Erdschluss auch Kurzschluss auftreten musste.

Die letzte Kolonne der Aufstellung enthält für jedes Jahr die längste Zeitdauer, die ein Erdschluss aufwies und während welcher Zeit jeweils der Betrieb normal weitergeführt wurde. In einem ausgedehnten Netze kann die Auffindung von Dauer-Erdschlüssen sehr zeitraubend werden. Einrichtungen, welche eine rasche Erkennung des fehlerhaften Netzteiles gestatten, wären daher sehr zweckmässig. Voraussetzung für den Einbau solcher Einrichtungen ist natürlich, dass deren Angaben zuverlässig sind.

Nach unseren Erfahrungen ist der Einbau von Erdschluss-Löschspulen ganz allgemein sehr empfehlenswert, soweit es sich um ausgedehnte Netze mit erheblichem Erdschlußstrom handelt. Das Kriterium für die Frage des Einbaues liegt u. E. wohl weniger bei der Spannungshöhe, als fast ausschliesslich in der Höhe des Erdschlußstromes.

Herr Dr. **A. Roth**, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau (*schriftlicher Beitrag*, nachträglich eingegangen): Die in jedem Falle zweckmässigste Auslegung des Schutzes gegen die Folgen der Erdschlüsse ergibt sich aus den Eigenschaften der verschiedenen Schutzmittel. Diese Eigenschaften lassen sich leicht erkennen, wenn man sich die verschiedenen Wirkungen des Erdschlusses vergegenwärtigt, nämlich:

1. *Gefahr* durch den Erdschlußstrom *an der Erdschlussstelle* und ihrer Umgebung (Gefahr für Lebewesen infolge Spannungsgefälles im Erdboden, Zerstörung von Material infolge Lichtbogens).

2. *Relais-Frage*, d. h. Wünschbarkeit der sofortigen Abtrennung des mit Erdschluss behafteten Leitungsstückes, Möglichkeit, diese Abtrennung mit den ohnehin schon vorhandenen Ueberstrom-Relais vorzunehmen, Einbau besonderer Erdschluss-Relais oder Erdschlussanzeiger.

3. *Löschung des Lichtbogens* am Erdschlussort, Wünschbarkeit oder Notwendigkeit derselben.

4. *Unterdrückung der Ueberspannungen des aussetzenden Erdschlusses.*

In Europa führten sich hauptsächlich drei Mittel als Erdschlußschutz ein: Löschspulen, direkte Nullpunktserdung und Nullpunktserdung über niederohmige Reaktanzspulen.

Die *Löschspule* unterdrückt die Gefahr am Erdschlussort in möglichst vollkommener Weise, indem sie den Erdschlussstrom selbst auf verhältnismässig kleine Beträge heruntersetzt. Allerdings ist dazu nötig, dass die Abstimmung der Löschspule dem jeweiligen Betriebszustande entspricht, was sich durch Organisation des Betriebes und besondere automatische oder halbautomatische Vorrichtungen erreichen lässt. Die Relais-Frage wird durch die Verwendung von Löschspulen komplizierter; besondere Relais oder Erdschluss-Anzeigevorrichtungen werden nötig. Die Löschspule bewirkt bei richtiger Abstimmung die Löschung des Erdschlusslichtbogens und unterdrückt die Ueberspannungen des aussetzenden Erdschlusses.

Die *direkte Nullpunktserdung* erhöht einerseits die Gefahr am Erdschlussort, indem sie den Erdschlußstrom auf ein Vielfaches erhöht, anderseits vermindert sie die Gefahr dadurch, dass sie bei richtiger Disposition die normalen Ueberstromrelais zum Ansprechen bringt und so automatisch das Abschalten des defekten Leitungsstückes bewirkt. Sie darf also nur in Netzen verwendet werden, bei welchen die Gefährdung am Erdschlussort verhältnismässig klein ist, d. h. in Netzen mit nicht zu grossen Kurzschlußströmen (Höchstspannungsnetze) und mit sorgfältig geerdeten Isolatorenstützen, vor allem also für Netze auf Eisenmasten mit Erdseil. Unbedingt zu verwerfen ist sie in Netzen mit Holzmasten, es sei denn, dass auch dort die Isolatorenstützen über ein Erdseil geerdet wären, da sie bei Erdschluss die Phasenlage des Netzes aufrechtzuerhalten sucht und so zu Stangenbränden führen kann. Die Löschung des Lichtbogens vermag die direkte Nullpunktserdung natürlich nicht zu bewirken; dagegen unterdrückt sie die Ueberspannungen des aussetzenden Erdschlusses.

Die Erdung über *niederohmige Reaktanzspulen*, welche so dimensioniert sind, dass an der Erdschlußstelle ein Strom auftritt, welcher den normalen Betriebsstrom überschreitet, aber nur einen Bruchteil des Kurzschlußstromes der Anlage beträgt (nach Fallou), besitzt ähnliche Eigenschaften wie die direkte Nullpunktserdung, bietet aber dieser gegenüber den Vorteil, dass die auftretenden Ströme bedeutend kleiner sind als die Kurzschlußströme. Sie erlaubt so Fälle zu beherrschen, für welche die direkte Nullpunktserdung nicht mehr zulässig ist, wie z. B. Kabelnetze. Auch sie darf nur in Netzen angewendet werden, welche verhältnismässig gute Erdung von Isolatorenstützen usw. besitzen. Sie löst die Relais-Frage in einfacher Weise, bewirkt aber nicht die Löschung des Erdschlussbogens. Auch diese Schutzart eignet sich nicht für Netze mit Holzmasten.

Aus den Eigenschaften der drei Schutzmittel ergibt sich eine erste Ausscheidung für jede *Netzart:*

Netze hoher Spannung, über 80 kV, mit ihren verhältnismässig kleinen Kurzschlußströmen (einige 1000 A) können mit direkter Nullpunkterdung geschützt werden, sofern die Isolatorenträger sorgfältig geerdet sind. Niederohmige Nullpunkts-Reaktanzen dürften sich hier erübrigen, da die Kurzschlußströme nicht so grosse Werte erreichen. Löschspulen

bieten in solchen Anlagen der Nullpunktserdung gegenüber den Vorteil, vorübergehende Erdschlüsse, die hauptsächlich infolge von Blitzschlägen auftreten, zu löschen und so die Zahl der Betriebsunterbrechungen herunterzusetzen. Dagegen verursachen sie zusätzliche Kosten für die Spulen selbst und für besondere Relais oder Erdschlussanzeigevorrichtungen. Freileitungsnetze niedriger Spannung werden zweckmässig mit Löschspulen geschützt, da dort die Kurzschlußströme grössere Beträge annehmen. Wenn sie auf Holzmasten verlegt sind, dürfte wohl nur die Löschspule in Betracht kommen, da Nullpunktserdung direkt oder über Reaktanzen aus den angeführten Gründen nicht zu empfehlen ist.

Bei Netzen von Spannungen der Grössenordnung von 8 kV wird sich ein Schutzmittel überhaupt erübrigen in den Fällen, wo die Erdschlußströme verhältnismässig klein sind, d. h. in Netzen kleiner Ausdehnung. Diese Netze besitzen meist einen so hohen Sicherheitsgrad, dass die Ueberspannungen des aussetzenden Erdschlusses (höchstens 2,6 fache verkettete Spannung) dem Netze kaum mehr gefährlich werden dürften. Eine besondere Betrachtung verlangen Kabelnetze aller Spannungen, indem dort Erdschlüsse meistens Materialfehler sind und die defekte Strecke also raschestens ausgeschaltet werden sollte. Aus diesem Grunde dürfte eine Nullpunktserdung, welche Ueberstromrelais zum Ansprechen bringt, vorzuziehen sein. Direkte Nullpunktserdung ist wegen der auftretenden grossen Ströme am Erdschlussort gefährlich; es dürfte aus diesem Grunde die Nullpunktserdung über niederohmige Reaktanzen, die z. B. im gesamten 60 kV-Kabelnetz der Pariser Gegend angewendet wird, vorzuziehen sein.

Die besondern Verhältnisse betreffend Isolation, wünschbare Betriebssicherheit, aufzuwendende Kosten usw. werden den Entscheid des Erbauers auch in den oben aufgezählten Fällen im einen oder andern Sinne beeinflussen, immer unter Berücksichtigung der aufgezählten Eigenschaften der verschiedenen Schutzmittel.

Der Referent, Herr **A. van Gastel**, A.-G. Brown, Boveri, Baden, antwortet auf die verschiedenen Voten folgendes:

Mit Rücksicht auf die vorgerückte Zeit werde ich nur kurz zu einigen der von den Herren Diskussionsrednern angeschnittenen Problemen Stellung nehmen.

Ich kann es nur bedauern, dass Herr Dr. Goldstein die Frage der Verstimmung der Löschspule erwähnt hat, denn diese Frage wurde in der Fachliteratur wiederholt und ausführlich behandelt. Die Praxis hat gezeigt, dass in Netzen mit kapazitiver Unsymmetrie die Nullpunktsverlagerung durch eine noch zulässige Verstimmung der Löschspule wirksam bekämpft werden kann. Ich gehe darin mit Herrn Dr. Goldstein einig, dass die Resonanzabstimmung die günstigsten Löschbedingungen für den Erdschlusslichtbogen schafft, möchte aber anderseits hervorheben, dass kaum ein Betriebsleiter zu finden ist, welcher sein Netz dauernd mit grosser Nullpunktsverlagerung in Betrieb halten wird.

Selbstverständlich werden durch die Löschspulen nur die Oberwellen im Erdschlußstrom kompensiert, die von der unsymmetrischen, kapazitiven Erdschlussbelastung im nicht kompensierten Netz herrühren, so z. B. die 3., die 5. Oberwelle usw. Weil die dritte Oberwelle, herrührend von der Sättigung der Transformatoren nur in der Phasenspannung und praktisch nicht in der verketteten Spannung vorkommt, enthält der Erdschlußstrom des kompensierten, symmetrisch belasteten Netzes nur ganz wenig dritte Oberwelle. Die 5. und die höheren Sättigungsoberwellen werden zu einem geringen Teil von der Löschspule kompensiert, die 5. um etwa 4 %, die 7. um etwa 2 %. Nur ganz selten bedarf es einer zusätzlichen Einrichtung zur Kompensation dieser Oberwellen.

Die von Herrn Wettstein gestellte Frage, von welcher Spannung an man Löschspulen verwenden soll, sollte meines Erachtens lauten, von welchem Erdschlußstrom an soll man Löschspulen verwenden. Es ist vielmehr die Grösse des Stromes als diejenige der Spannung für die Löschung des Erdschlusslichtbogens von ausschlaggebender Bedeutung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass manchmal bereits bei Erdschlussströmen von nur einigen Ampère sich der Einbau von Löschspulen rechtfertigt.

Aus an und für sich sehr interessanten Vergleichszahlen der in verschiedenen Netzen der EKZ aufgetretenen Störungen mit und ohne Löschspulen darf nicht ohne weiteres ein Rückschluss auf die Wirksamkeit der Löschspule gezogen werden, insofern keine Gewähr vorhanden ist, dass die verschiedenen Netze absolut gleiche Störwahrscheinlichkeit haben. Vielmehr sollte die Verbesserung der Betriebsverhältnisse auf Grund von gesammelten Erfahrungen im gleichen Netz, einmal vor und einmal nach Einbau der Löschspulen, beurteilt werden.

Der **Vorsitzende** verdankt alle Diskussionsbeiträge aufs beste.

Die numerische Berechnung der Zustandsänderungen von Freileitungen.

Von *Karl Grütter*, Samaden.

621.315.056

Es wird auf eine recht einfache Methode zur Lösung der Zustandsgleichung von Freileitungen hingewiesen, welche in manchen Fällen mit verhältnismässig wenig Rechenarbeit zum Ziele führt.

L'auteur expose une méthode très simple pour la solution de l'équation fondamentale simplifiée des lignes aériennes, laquelle permet dans bien des cas d'arriver au but avec relativement peu d'opérations.

In seinem Aufsatz «Die Berechnung der Freileitungen mit Rücksicht auf die mechanischen Verhältnisse der Leiter» [1]) empfiehlt Maurer, die Lösung der kubischen Zustandsgleichung

$$p^3 + p^2 \left\{ \frac{\gamma_0^2 a^2 E}{24 p_0^2} + (t - t_0) \alpha E - p_0 \right\} = \frac{\gamma^2 a^2 E}{24} \qquad (1)$$

durch ein zum Teil graphisches Verfahren vorzunehmen.

Nun lässt sich die Lösung dieser Gleichung auf eine so einfache Form bringen, dass sie eventuell mit Hilfe einer Tabelle hyperbolischer Funktionen, die z. B. in der «Hütte» zu finden ist, sehr rasch durchgeführt werden kann und oft weniger Rechenarbeit erfordert als das Verfahren nach Maurer.

[1]) Bull. SEV 1936, Nr. 2 (und 3).

Zur Abkürzung setzt man:

$$\frac{\gamma_0^2 a^2 E}{24 p_0^2} + (t - t_0) \alpha E - p_0 = m \qquad (2)$$

$$\frac{\gamma^2 a^2 E}{24} = n \qquad (3)$$

Dann hat die Zustandsgleichung die Form

$$p^3 + m p^2 = n \qquad (4)$$

Durch die Substitution

$$p = x - \frac{1}{3} m \qquad (5)$$

wird sie auf die Normalform gebracht

$$x^3 - \frac{m^2}{3}\, x + 2\left(\frac{m}{3}\right)^3 - n = 0 \qquad (6)$$

Mit der Hilfsfunktion

$$\cos\varphi = \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} - 1 \qquad (7)$$

erhält man die drei reellen Wurzeln

$$x_1 = 2\,\frac{m}{3}\,\cos\varphi/3$$

$$x_2 = 2\,\frac{m}{3}\,\cos(\varphi/3 + 120^\circ)$$

$$x_3 = 2\,\frac{m}{3}\,\cos(\varphi/3 + 240^\circ)$$

In Gl. (5) eingesetzt erhält man die drei reellen Wurzeln der Gl. (4), von denen jedoch immer nur eine positiv ist. Die negativen Wurzeln haben für das vorliegende Problem keine physikalische Bedeutung.

Ist der absolute Betrag der Hilfsfunktion grösser als 1, so ist die Kreisfunktion durch die Hyperbelfunktion zu ersetzen, d. h. $\cos\varphi$ durch $\mathfrak{Cos}\,\varphi$. Die kubische Gl. (6) hat dann nur eine reelle Wurzel

$$x = 2\,\frac{m}{3}\,\mathfrak{Cos}\,\varphi/3$$

Die beiden andern Wurzeln sind komplex.

Die kubische Gl. (4) hat also immer eine eindeutige, reelle, positive Wurzel. Für die vier möglichen Fälle sind diese Wurzeln in Tabelle I zusammengestellt. Die Hilfsfunktion ist hier so angeschrieben, dass sie immer positiv ist.

Reelle positive Wurzeln der Gleichung $p^3 + m\,p^2 = n$.

Tabelle I.

	Wenn	Hilfsfunktion	Wurzel
1	$\frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} < 1$	$\cos\varphi = 1 - \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3}$	$p = \frac{m}{3}\cdot [2\cos(60 - \varphi/3) - 1]$
2	$1 < \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} < 2$	$\cos\varphi = \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} - 1$	$p = \frac{m}{3}(2\cos\varphi/3 - 1)$
3	$2 < \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3}$	$\mathfrak{Cos}\,\varphi = \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} - 1$	$p = \frac{m}{3}(2\,\mathfrak{Cos}\,\varphi/3 - 1)$
4	m negativ	$\mathfrak{Cos}\,\varphi = \frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} + 1$	$p = \frac{m}{3}(2\,\mathfrak{Cos}\,\varphi/3 + 1)$

Praktisch kommen alle vier Fälle vor, wie folgendes Rechnungsbeispiel zeigt:

Eine Spannweite von 105 m ($a = 10\,500$ cm) soll mit einem Kupferleiter von 50 mm² Querschnitt überspannt werden.

1. Es wird halbharter Kupferdraht von 8 mm Durchmesser vorgesehen, der bei 2 kg/m Schneelast und 0° C mit $p_0 = 1800$ kg/cm² belastet werden kann.

Nach Tabelle 2 der eidgenössischen Starkstromverordnung ist für dieses Material

$$\gamma = 8{,}9\cdot 10^{-3}\ \text{kg/cm}^3$$
$$\gamma_0 = 48{,}9\cdot 10^{-3}\ \text{kg/cm}^3$$
$$E = 1{,}15\cdot 10^6\ \text{kg/cm}^3$$
$$\alpha = 17\cdot 10^{-6}\ 1/^\circ\text{C}$$

Für $t = 30^\circ$ C wird

$$m = \left(\frac{48{,}9^2\cdot 10^{-6}\cdot 10\,500^2\cdot 1{,}15\cdot 10^6}{24\cdot 1800^2} + 30\cdot 17\cdot 10^{-6}\cdot 1{,}15\cdot 10^6 - 1800\right) = 2685.$$

$$n = \frac{8{,}9^2\cdot 10^{-6}\cdot 10\,500^2\cdot 1{,}15\cdot 10^6}{24} = 418\cdot 10^6.$$

Die Zustandsgleichung ist $\underline{p^3 + 2685\,p^2 = 418\cdot 10^6}$

$$\frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} = \frac{418\cdot 10^6}{2\cdot 895^3}$$

$= 0{,}2915$ entspr. 1. Fall der Tabelle I.

$$\cos\varphi = 1 - 0{,}2915 = 0{,}7085$$
$$\varphi = 44^\circ\ 54';\quad \varphi/3 = 14^\circ\ 58'$$
$$60 - \varphi/3 = 45^\circ\ 02';\quad \cos 45^\circ\ 02' = 0{,}7077$$
$$p = \frac{2685}{3}\,(2\cdot 0{,}7077 - 1) = \underline{372\ \text{kg/cm}^2}$$

2. Um die Beanspruchung bei der tiefsten Aussentemperatur −30° C zu berechnen, wird das mittlere Glied in obigem Ausdruck für m negativ. Es wird $m = 1513$ und die Zustandsgleichung $\underline{p^3 + 1513\,p^2 = 418\cdot 10^6}$

$$\frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} = \frac{418\cdot 10^6}{2\cdot 504{,}3^3}$$

$= 1{,}623$ entspr. 2. Fall der Tabelle I.

$$\cos\varphi = 1{,}623 - 1 = 0{,}623;\quad \varphi = 51^\circ\ 30'$$
$$\varphi/3 = 17^\circ\ 10';\quad \cos\varphi/3 = 0{,}95545$$
$$p = \frac{1513}{3}\,(2\cdot 0{,}95545 - 1) = \underline{460\ \text{kg/cm}^2}$$

3. Verwendet man ein Kupferseil, das bei 2 kg/m Schneelast und 0° C mit $p_0 = 2400$ kg/cm² belastet werden kann, so ist nach Tabelle 2 der eidgenössischen Starkstromverordnung

$$\gamma = 9\cdot 10^{-3}\ \text{kg/cm}^3$$
$$\gamma_0 = 49\cdot 10^{-3}\ \text{kg/cm}^3$$
$$E = 1{,}1\cdot 10^6\ \text{kg/cm}^3$$
$$\alpha = 17\cdot 10^{-6}\ 1/^\circ\text{C}$$

Für $t = +30^\circ$ C wird

$$m = \left(\frac{49^2\cdot 10^{-6}\cdot 10\,500^2\cdot 1{,}1\cdot 10^6}{24\cdot 2400^2} + 30\cdot 17\cdot 10^{-6}\cdot 1{,}1\cdot 10^6 - 2400\right) = 267.$$

$$n = \frac{9^2\cdot 10^{-6}\cdot 10\,500^2\cdot 1{,}1\cdot 10^6}{24} = 409\cdot 10^6$$

Die Zustandsgleichung ist $\underline{p^3 + 267\,p^2 = 409\cdot 10^6}$

$$\frac{n}{2\left(\frac{m}{3}\right)^3} = \frac{409\cdot 10^6}{2\cdot 89^3}$$

$= 290$ entspr. 3. Fall der Tabelle I.

$\mathfrak{Cos}\,\varphi = 290 - 1 = 289$. Die Tabelle der Hyperbelfunktionen in der «Hütte» geht nur bis $\mathfrak{Cos}\ 5{,}09 = 81{,}198$. Für grössere Werte kann gerechnet werden, dass $2\,\mathfrak{Cos}\,\varphi \sim e^{\varphi}$. Man findet also φ in der «Hütte» aus der Tabelle der natürlichen Logarithmen

$$\varphi = \ln\ 578 = 6{,}35957;\qquad \varphi/3 = 2{,}11986 \sim 2{,}12$$

Aus der Tabelle der Hyperbelfunktionen in der «Hütte» findet man

$$\mathfrak{Cos}\ 2{,}12 = 4{,}2256$$

$$p = \frac{267}{3}(2 \cdot 4{,}2256 - 1) = 663 \text{ kg/cm}^2$$

4. Für die tiefste Aussentemperatur —30° C wird $m = -855$ und die Zustandsgleichung $p^3 - 855\,p^2 = 409 \cdot 10^6$ entspr. 4. Fall der Tabelle I.

$$\mathfrak{Cos}\ \varphi = \frac{409 \cdot 10^6}{2 \cdot 285^3} + 1 = 9{,}816$$

Aus der Tabelle der Hyperbelfunktionen in der «Hütte» findet man

$$\varphi = 2{,}9745; \quad \varphi/3 = 0{,}9915; \quad \mathfrak{Cos}\ \varphi/3 = 1{,}5331$$

$$p = \frac{855}{3}(2 \cdot 1{,}5331 + 1) = 1160 \text{ kg/cm}^2$$

Die hier ausführlich dargestellten Rechnungen mögen zeigen, dass die sonst begreifliche Scheu vor kubischen Gleichungen bei der Berechnung von Freileitungen nicht am Platze ist.

Die Starkstromtechnik an der Leipziger Frühjahrs-Messe 1936.

Von *H. Puppikofer*, Zürich-Oerlikon.

606.4 : 621.3(43)

Wie immer ist die Leipziger technische Messe eine eindrucksvolle Schau der deutschen Arbeit. Speziell die Ausstellungen des allgemeinen Maschinenbaues und des Werkzeugbaues sind überwältigend durch die Menge und Grösse der ausgestellten Objekte, die alle in Tätigkeit vorgeführt werden. Die kompliziertesten und unmöglichsten Arbeitsvorgänge werden durch Maschinen erledigt. Auch die Arbeitsmaschine spezialisiert sich immer mehr. Eines wird dem schweizerischen Besucher klar: Diese Vielheit der Maschinen, diese hochgezüchtete Spezialisierung ist nur denkbar in einem grossen Lande, wo der Absatz die Anfertigung grosser Serien gleichartiger Artikel gestattet. Diese Tendenz zur Massenanfertigung, die den Konkurrenzkampf der schweizerischen Industrie ausserordentlich erschwert, findet sich auf allen Gebieten der Ausstellung wieder.

Der Elektriker, der sich bescheiden auf sein eigenes Gebiet zurückzieht, findet im Hause der Elektrotechnik eine wohltuende Ruhe und eine blendende Lichterfülle. Unter den ausgestellten Objekten der Starkstromtechnik war aber diesmal nichts zu finden, was als entscheidende Neuerung angesprochen werden könnte.

In der grossen Halle der Elektrotechnik dominierten die zwei Firmen Siemens und AEG, die zusammen beinahe einen Drittel der Ausstellungsfläche beanspruchten. Beide Firmen berührten in ihrer Ausstellung sozusagen alle Gebiete ihrer Fabrikation, wogegen andere sich häufig auf die Demonstration einiger Spezialgebiete konzentrierten. Beispielsweise legte Brown, Boveri, Mannheim (BBC) grossen Nachdruck auf das elektrische Schweissen und stellte ferner neben einigen Motoren in der Hauptsache Kochherde und Kühlschränke aus. Sehr interessant war die Zusammenstellung der neuesten BBC-Relais. Von den andern Ständen fiel Voigt & Haeffner auf durch seine ölarmen Schalter und Sachsenwerk durch seine schöne Motorenschau.

Wir geben nachstehend einen kurzen Ueberblick nach Artikeln gruppiert:

Siemens hatte genau die gleiche Reihe von *Expansionsschaltern* und die AEG die gleichen *Druckluftschalter* ausgestellt wie letztes Jahr. Es war daher auch das Interesse der Besucher für diese Objekte auffallend gering. Am interessantesten schien der *ölarme Schalter* von Voigt & Haeffner, der in verschiedenen Typen für Spannungen von 10 bis 100 kV und Strömen bis zu 4000 A ausgestellt war. Das Wesentliche an diesem Schalter ist die Löschkammer. Sie enthält einen Differentialkolben, der dem Lichtbogen frisches Oel unter Druck zuführt, während die ionisierten Gase durch den hohlen Kontaktstift abgeführt werden. Die Konstruktion ist sehr einfach. Die Löschung soll in einer Halbwelle und in einer verblüffend kleinen Distanz von 5 bis 10 mm erfolgen. Die Typen für Reihe 10 bis 30 haben im Aufbau eine gewisse Aehnlichkeit mit Druckluftschaltern und sehen sehr robust aus. Die Druckluftschalter, die Voigt & Haeffner auch ausstellte, vermögen jedoch weniger zu überzeugen und werden nach den Angaben der Aussteller auch viel weniger gekauft als die sog. «Druckausgleichschalter», wie diese neuen ölarmen Schalter heissen. Neue Schalter einer anderen Firma vermochten auch nicht zu überzeugen und würden sicherlich nach Versuchen im Hochleistungsprüffeld ihr Aussehen und ihre konstruktive Ausgestaltung noch verschiedentlich ändern.

BBC stellte auf dem Gebiete der Schalter nichts aus. AEG zeigte neben den Druckluftschaltern zwei kleine *Oelschalter* klassischer Bauart der Reihe 6 und Reihe 10 für 75 und 150 MVA, mit rundem Kessel und Klotzkontakten und einem neuen, sehr einfachen Klinkenfreilauf. Daneben stand noch eine *gekapselte Anlage* für 10 kV, bei welcher der normale Oelschalter auf dem Kopf stehend eingebaut war. Es ist dies die einzige gekapselte Hochspannungsanlage, die diesmal zu sehen war. Als Gegenstück zeigte die AEG einen *Schaltwagen mit eingebautem Druckluftschalter.*

Aus konstruktiven Gründen ergab sich bei den bisherigen Trennerkonstruktionen, dass der Drehpunkt der Trennmesser und die Kontaktfinger zur Ueberleitung des Stromes von den feststehenden Anschlußstücken auf das bewegliche Messer sich in einer andern Ebene befinden als die angeschlossenen Schienen oder Rohrleitungen. Dadurch wird eine Stromschleife gebildet, so dass bei Kurzschlüssen das Trennmesser grossen elektromagnetischen Kräften ausgesetzt ist, die sogar so hoch anwachsen können, dass das Messer ungewollt herausgeschleudert wird oder die Befestigungsisolatoren gebrochen werden. Als Neuerung war bei der AEG nun ein *schleifenloser Trenner* für Innenaufstellung und Ströme von 1000 A an aufwärts zu sehen, bei dem der gefederte Teil in das Messer verlegt wurde, so dass der Stromübergang sich in einer Ebene abwickeln kann.

Für Freiluftaufstellung zeigte die AEG einen 45 kV-Trenner mit zwei Stützisolatoren, die sich beide unter Mitnahme je einer Hälfte des in der Phasenebene drehenden Trennmessers um ihre Axe drehen. Die eine Hebelhälfte trägt die durch eine Haube geschützten Kontaktschlaufen. Die Isolatoren sind einteilig und mit Compound gefüllt.

Schubtrenner in verschiedenen Ausführungen und für grosse und kleine Ströme stellten Voigt & Haeffner und die EMAG aus.

Sowohl Siemens wie AEG stellten *Sicherungen* aus. Die Sicherung der AEG, die sich in ihrer Wirkungsweise an die Niederspannungssicherung hält, ist mit einer hübschen Neuerung ausgestattet: An Stelle eines einfachen Kennzeichens zur Anzeige des erfolgten Durchschmelzens ist ein kräftiger Zapfen angebracht, der beim Herausspringen eine in einem darüber befindlichen Kästchen untergebrachte Verklinkung löst. Damit wird ein kleiner Kraftspeicher frei, der über ein Isolierstängelchen und eine gemeinsame Welle einen Schalter auslöst. Dadurch wird jede dauernde einpolige Ausschaltung vermieden und stets zu einer allpoligen ergänzt. Der ausgelöste Schalter kann auch nur ein Leistungstrenner sein.

Mit dem sog. *Leistungstrenner* wird eine Lücke in der Anwendung automatischer Schalter geschlossen und durch diesen mit der Leistungssicherung zusammen für kleinere Transformatorenstationen eine wirtschaftlich tragbare Lösung der automatischen Ausschaltung geschaffen. Der in der Literatur bereits bekannte Leistungstrenner der AEG war in einer vereinfachten, konstruktiv hübschen Ausführung ausgestellt. Das Prinzip erinnert stark an die vor bald 30 Jahren gebauten ersten Hochspannungsschalter, die sog. *Röhrenschalter.* Beim AEG-Schalter wird die Röhre innen mit einem Material ausgeschlagen, das unter der Einwirkung des Lichtbogens Gas abgibt und so den Bogen löscht.

Eine andere Lösung desselben Problems wird von der EMAG Frankfurt gezeigt. Hier besteht der Schaltstift aus einer metallenen Röhre und einem konzentrisch in ihrem Innern angeordneten Stab. Durch die Ausschaltbewegung wird Luft in einem kleinen Zylinder zusammengepresst und durch den Hohlraum zwischen Röhre und Stab in den Lichtbogen geblasen. Es wird hier zum Unterschiede beispielsweise von der Konstruktion von Sprecher & Schuh der bewegliche Lichtbogenfusspunkt selbst von seinem Innern heraus beblasen.

Automaten mit Unterbrechung in Luft oder fernbetätigte Niederspannungsschalter zeigten AEG, Siemens, EMAG und einige kleinere Firmen. Die AEG stellte sie sogar mit dreierlei Antrieben: Magnetantrieb, Motorantrieb und Druckluftantrieb aus. Es scheint, dass diese Schalterart in Deutschland trotz der Konkurrenz durch Schaltkasten und Schütze noch einen genügenden Markt findet.

Während in der Schweiz durch die neuen Vorschriften bestimmte Mindestabschaltleistungen vorgeschrieben und dadurch bestimmte Abmessungen sich ergeben, tendieren die meisten Konstruktionen von *Schaltkasten und Motorschutzschaltern* (mit Ausnahme von Siemens und AEG, die nicht neu sind) nach ganz kleinen Abmessungen; u. a. brachte auch Rheostat einen neuen, ausserordentlich kleinen Motorschutzschalter bis max. 500 V, 15 A, heraus. Es ist interessant, festzustellen, dass man, um auf höhere Schaltleistungen zu kommen, in der Schweiz zu den Hebelschaltern übergeht, während eine Reihe deutscher Firmen, u. a. die AEG und Voigt & Haeffner neue Walzenschaltertypen herausgeben. Sie sind allerdings auf die Verwendung von keramischen Walzenelementen aufgebaut und haben daher weit grössere Durchschlagsfestigkeit und Kriechwege als die früheren, mit Harzpapier isolierten Konstruktionen.

Das auffälligste bei den *Schützen* ist die Vielheit der Konstruktionen. Alle Firmen machen heute sowohl Luftals auch Oelschütze, weil, neben der allgemeinen Anwendung, wo beide Schützenarten nebeneinander vorkommen, es bestimmte Gebiete gibt, wie chemische Betriebe, Molkereien, Zementfabriken, wo die Oelschütze unbedingt vorzuziehen sind. Die viel grössere Abschaltleistung der Oelschütze wird durch magnetische Momentauslösungen ausgenützt und die kleinere Schalthäufigkeit der Oelschütze kann durch einfache Vorkehrungen wesentlich erhöht werden.

Ein hübscher konstruktiver Kunstgriff war bei Voigt & Haeffner zu sehen. Während bei gewissen schweizerischen Motorschutzschaltern die Kontakte zweimal verwendet werden können, hat es Voigt & Haeffner dazu gebracht, dass man die Kontakte des Luftschützes *viermal* brauchen kann (an beiden Enden je zweimal), indem die Möglichkeit geschaffen wurde, die Kontakte so zu wenden, dass stets neue, saubere Flächen in Kontakt kommen.

In Ausnutzung der durch den grossen Markt gegebenen Möglichkeiten machen einige Firmen, wie Klöckner und Metznauer & Jung, Schützen, deren Gehäuse, Oelkessel usw. ganz aus Bakelit gepresst wird und ersparen dadurch in den Schaltbatterien durch geringere Isolationsabstände ziemlich Platz.

Siemens stellte sein neues, durch die Literatur bekannt gewordenes Zeitrelais mit selbstanlaufendem Synchronmotor aus. Eine konstruktiv elegantere Lösung desselben Problems des sekundären Maximalstromzeitrelais ist in der hübschen Relaisschau von BBC zu sehen, neben einer Reihe von neuen Hauptstromauslösern, verschiedenen hochempfindlichen Strom- und Leistungsrelais und dem bekannten Distanzrelais mit Prüfapparat.

Die von Siemens ausgestellte *Parallelschalteinrichtung* ist wesentlich komplizierter und konstruktiv nicht so ansprechend durchgearbeitet wie die schweizerischen Konstruktionen. Auch für die Drehzahlregelung vor dem Parallelschalten sind in der Schweiz einfachere Lösungen erhältlich.

Regler für Spannungsregelung sind nur bei Siemens und bei Neufeldt & Kuhnke (stellt auch bei Koch & Sterzel aus) zu sehen. Siemens zeigte neben dem alten Kohledruckregler den neuen *Wälzregler*, der zwei mit horizontaler Axe montierte Sektoren besitzt, die über ca. 80 Kontakte laufen. Das Meßsystem ist kein Motorsystem, sondern ein Tauchanker, der offenbar vom alten Tastregler übernommen wurde. Der *Oeldruckregler* von Neufeldt & Kuhnke bietet nichts neues.

Der *Symbolschalter*, d. h. der Steuerschalter für ferngesteuerte Leistungsschalter, der zuerst in der Schweiz entwickelt und eingeführt wurde, wird in verschiedenen Ausführungen von Siemens und von der AEG gezeigt.

Die Ausstellung des übrigen Materials für Kommando- und Rückmeldeschemata bietet nichts grundsätzlich unbekanntes. Neu ist das von der AEG gezeigte Steuertableau für einen Getreidespeicher, welches durch ein sich aufrollendes Band mit Steckschlüssel den wählbaren Weg des Fördergutes anzeigt.

Ueberspannungsschutz-Ableiter wurden nur von Siemens und von der AEG ausgestellt. Beide Typen sind aus der Literatur bekannt. Neu ist der *Ueberspannungszähler* der AEG, der anzeigt, wie oft der Ueberspannungsableiter in Funktion trat. Siemens machte auch dieses Jahr Vorführungen über Wesen und Wirkung seiner Ableiter mit Stossspannungen von 100 000 V. Die Anlage ist aber stark vereinfacht und wirkt nicht mehr so überzeugend.

Bei den Netzreguliereinrichtungen zeigte Siemens die wohlbekannte Einrichtung mit dem kleinen Serietransformator und den drei von einem Relais gesteuerten Fernschaltern, welche die Erregerwicklung des Serietransformators entsprechend den Spannungsstufen umschalten. AEG hat etwas ganz neues, das aber nur angedeutet und nicht erklärt wurde. Es ist in eine Holzkiste gesteckt worden und sichtbar waren nur zwei Voltmeter und eine kleine Kurbel.

Koch & Sterzel stellte wieder in grösserer Zahl seine kleinen, auf einem altbekannten Prinzip beruhenden *Reguliertransformatoren* aus. Die Regulierwicklung befindet sich aussen an der Säule und besteht aus nacktem Kupfer. Darauf läuft ein Stromabnehmer mit Kohlenrollen von ca. 30 mm Durchmesser. So kommt Koch & Sterzel bei der kleinen Windungsspannung ohne Vorkontakte und besondere Ueberschaltwiderstände aus. Bei dreiphasigen Aggregaten sind drei Transformatorenkerne nebeneinander gestellt und die Stromabnehmer werden durch Kettenrollen von einer gemeinsamen Welle angetrieben. Für besonders rasche und genaue Regelung baut Koch & Sterzel den Promilleregler, wobei das Transformatoreisen ringförmig ist und die Rollen sich auf einem Dreharm befinden. Die Welle des Dreharmes wird durch einen Oeldruckregler von Neufeldt & Kuhnke angetrieben. Bei diesem Regler beträgt die garantierte Empfindlichkeit ± 0,5 % gegenüber 2 % bei den mit Relais und Schützen gesteuerten Elektromotorantrieben. Ausser als Netzregler sollen diese Reguliertransformatoren mit Handantrieb für Theater und speziell für Kino als Verdunkelungsregler grosse Anwendung finden. Für denselben Zweck stellt Dr. Max Levy einen kleinen Induktionsregler aus.

Die vollständigste Schau von Wandlern ist bei Koch & Sterzel zusammengestellt. Die Reihe der öllosen *Muschelwandler* und *Querlochwandler* wurde ergänzt durch den Typ für 45 kV Nennspannung, d. h. für 119 kV Prüfspannung, was für die einteiligen komplizierten Porzellangehäuse, die nur nach dem Giessverfahren hergestellt werden können, eine grosse Leistung bedeutet. Ausserdem sind bei Koch & Sterzel Trockenspannungswandler bis zu den höchsten Spannungen als Kerntypen und Kaskadenwandler erhältlich. Dieselben Konstruktionen sind auch bei den Lizenznehmern von Koch & Sterzel, d. h. bei Siemens und bei der AEG zu sehen. Siemens zeigt ausserdem einen aufgeschnittenen *Stützer-Stromwandler* für 100 kV, wobei die saubere Konstruktion und die auf die Primär- und Sekundärwicklungen verteilte Isolation deutlich sichtbar ist.

Für elektrochemische Anlagen, wo Ströme bis zu 100 000 A und mehr vorkommen, ist auch der Gleichstrom-Messwandler von Koch & Sterzel interessant. Bei Koch & Sterzel ist auch eine sehr praktische Stromwandler-Messeinrichtung zu sehen, die auf dem Vergleich mit einem Normalwandler beruht.

Der einzige ausgestellte *Stufenschalter* stammt von Koch & Sterzel und war, wenn wir uns nicht täuschen, dieses Jahr zum zweiten Male zu sehen. Es handelt sich um einen Schalter der Reihe 10 nach dem Prinzip von Jansen, das auch von der AEG und von Voigt & Haeffner angewendet wird. Nach diesem wird bekanntlich die Umschaltung durch die Wähler bei direkter motorischer Betätigung vorbereitet und

durch den Lastumschalter mit Federsprungwerk in einem Zuge unaufhaltsam vollzogen. Die konstruktive Ausführung von Koch & Sterzel hat den Vorzug des einfachen und übersichtlichen Aufbaues bei guter Trennung des Lastschalters vom Wähler.

Das erste, was bei den Motoren auffiel, ist die Verwendung von in den Eisenkörper eingepressten *Rotorarmaturen aus Aluminium-Spritzguss*. Siemens, AEG, Heemaf und Sachsenwerk stellten solche Rotorarmaturen aus in Durchmessern bis zu 20 cm. Nach beiden Seiten stehen die Rotorstäbe vor und sind zu starken Ventilatorflügeln verbreitert. Heemaf erwähnt, dass der Pressdruck 300 Tonnen betrage.

Das Sachsenwerk geht noch weiter und *giesst* bei gewissen Typen auch die *Statoren* in eine Aluminiumlegierung ein. Hierdurch soll eine absolute Geräuschlosigkeit erzielt werden. Diese Lösung wird speziell angewendet bei ganz geschlossenen Motoren mit Oberflächenkühlung, wo sie die Wärmeabgabe vom Statoreisen an die belüftete Motorenaussenfläche stark erleichtert.

Die Ausstellung der Einheitsmotoren des Sachsenwerkes war sehr eindrucksvoll. Von BBC sind ebenfalls eine Reihe von Motoren ausgestellt, während sowohl bei Siemens als auch bei AEG die Motoren mehr im Hintergrund waren. Siemens propagiert an einem Springbrunnen seine Hauswasserpumpen mit Elektromotoren.

Auch dieses Jahr nehmen die *Schweissmaschinen* mit Zubehör und die verwandten Apparate einen grossen Raum in der Ausstellung ein. AEG und speziell Siemens zeigen eine Reihe von Punkt-, Naht- und Stumpf-Schweissmaschinen, während BBC mehr Schweisstransformatoren und Schweissumformer mit elektrischem und Dieselantrieb ausstellt.

Gleichrichter waren bei den zwei Grossfirmen nur als Glasgleichrichter ausgestellt; Metallgleichrichter waren keine zu sehen. Bei Siemens ist als Kuriosität ein sechsanodiger Gleichrichter mit Porzellankolben zu erwähnen für 13 000 V und 10 A.

Merkwürdigerweise ist von den *Dampfentladungslampen* noch nicht viel zu sehen. In der grossen Osramhalle werden sie zugunsten der Doppelwendel-Glühlampe fast ganz übergangen. Es wird dort mit grossem Aufwand der Sehvorgang volkstümlich erläutert und die Wichtigkeit guter Beleuchtung dargestellt. Die AEG aber zeigt in lehrreicher Weise an ihrem Stand die Anwendung von Quecksilberdampflampen zur Kontrolle von Textilerzeugnissen und Beispiele von modernen Strassenbeleuchtungen.

Die Zunahme der Verwendung von *Pressmaterialien* im Apparatebau, speziell im Kleinapparatebau, ist von Jahr zu Jahr ausgesprochener. Neben den zahlreichen Bakelitpresswerken ist dem Porzellan und dem Steatit im Ardorit seit einigen Jahren ein neuer Konkurrent entstanden. Es ist dies ein keramischer Stoff, der schieferähnliche Farbe und Oberfläche hat, aber viel härter ist und sich für plattenartige Preßstücke besonders gut eignet. Verwendet wird er schon von einigen Apparatefabriken, u. a. von BBC und Stotz.

Ueber einige Integralreliefs für die nomographische, bzw. nomographisch-graphische Berechnung der Freileitungen vom Standpunkte der Festigkeit aus.[1])

Von *Alexander Fischer*, Prag.

518.3 : 621.315.056

Es werden durch Zurückgehen auf das vollständige Integral der der Leitungszustandsgleichung zugrunde liegenden Differentialgleichung erster Ordnung drei Integralreliefs entworfen, die für alle Baustoffe usw. gelten, daher als «Universalnomo-», bzw. «-diagramme» angesprochen werden können. Und zwar ergibt sich erstens ein Gegenstück zu der bekannten Netztafel von L. Truxa, zweitens eine neue Herleitung und Verbesserung des «Freileitungsnomogramms» von J. Schwarzkopf und drittens ein Integralrelief in Form einer Fluchtlinientafel mit Doppelkotenpunkten und Ablesegerade. In allen drei Fällen erhält man die gesuchten Grössen unmittelbar, und zwar nach Durchführung kleiner Nebenrechnungen.

En retournant à l'intégrale générale de l'équation différentielle du premier ordre sur laquelle se base l'équation fondamentale des lignes aériennes, l'auteur esquisse trois «reliefs d'intégrale» qui sont valables pour tous les matériaux et, partant, peuvent être considérés comme «abaques» ou «diagrammes universels». On obtient ainsi premièrement un pendant de la table connue de L. Truxa, deuxièmement un nouveau développement et une amélioration de l'«abaque pour lignes aériennes» de J. Schwarzkopf et troisièmement un relief d'intégrale sous forme d'un nomogramme avec points à deux cotes et droite de lecture. Dans tous les trois cas on obtient immédiatement les grandeurs cherchées, après avoir effectué quelques petites opérations auxiliaires.

Die Berechnung der Freileitungen in mechanischer Hinsicht mit Hilfe graphischer und nomographischer Verfahren hat bereits ein geradezu unübersehbares Schrifttum zur Folge gehabt [vgl. hierzu z. B. (4b), (6)] *). Wenn ich es im folgenden unternehme, die Zahl dieser Arbeiten um eine weitere zu vermehren, so dürfte diese dennoch nicht ohne Nutzen sein. Wird doch in ihr nicht nur gezeigt, wie eine weitere Lösung durch das Zurückgehen auf die ursprüngliche, dem Problem zugrunde liegende Differentialgleichung — bzw. auf deren als bekannt vorausgesetztes vollständiges Integral — erhalten werden kann, sondern es fällt auch dadurch ein helles Licht auf einige bisher erhaltene Lösungen, deren Begründung sich nunmehr auf ganz naturgemässe Weise ergibt, ohne dass man, wie dies mitunter geschehen ist, zu nicht ganz einwandfreien Schlüssen zu greifen gezwungen wäre.

[1]) Bei der Redaktion eingegangen am 11. Dez. 1934.

*) Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf den Schriftennachweis am Ende der Arbeit.

1. Problemstellung.

Die Differentialgleichung, die der allgemeinen Zustandsgleichung der Leitung zugrunde liegt, lautet [vgl. (6), S. 77]:

$$dt = \frac{16}{3}\, 10^{-4}\, \frac{\varphi}{\alpha}\, d\varphi - \frac{1{,}25\, a}{E\alpha}\, d\left(\frac{\gamma}{\varphi}\right);$$

ihr vollständiges Integral

$$t = \frac{16}{6}\, \frac{10^{-4}}{\alpha}\, \varphi^2 - \frac{1{,}25\, a}{E\alpha}\, \frac{\gamma}{\varphi} + c, \qquad \text{(I)}$$

wo c die Integrationskonstante ist.

Hierin bedeutet:

t die Temperatur,
α die lineare Ausdehnungszahl der Wärme,
E den Elastizitätsmodul,
γ die Gewichtsbelastung,
a die Spannweite der Leitung,
f den Durchhang,
$\varphi = f/a$ den verhältnismässigen Durchhang.

Anstatt nun, wie üblich, die Integrationskonstante c zunächst auf algebraischem Weg zu bestimmen und dann erst das so erhaltene *partikuläre* Integral zu vertafeln, kann auch die Lösung dieser «Anfangswertaufgabe» durch ein «Integralrelief», d. h. *unmittelbar* im Anschluss an das *vollständige* Integral der Differentialgleichung erfolgen. Wie ich in meiner ersten Arbeit (1c) über derartige Integralreliefs dargelegt habe, bilden diese das Gegenstück zu vielen, in den verschiedensten technischen Wissenschaften verwendeten Verfahren. Da es sich hierbei oft als nötig erweist, auf solchen, dann als «Diagramme» oder «Reliefs» zu bezeichnenden Nomogrammen, noch tatsächliche Linienzüge einzuzeichnen (vgl. z. B. die in der technischen Thermodynamik unentbehrlich gewordenen IS-Diagramme, ferner die folgende erste Lösung), so habe ich für diese bisher unbenannt gebliebene Weiterbildung der reinen Nomographie — in (1b) — die einheitliche Bezeichnung «*Nomographisch-graphisches Rechnen*» eingeführt. Wie leicht einzusehen ist, handelt es sich bei allen derartigen Verfahren um die Abbildung von Zustandsverläufen, also um dem sinnlichen Auge unmittelbar zugängliche Ausdrucksweisen des «funktionalen Denkens».

Und zwar sollen im folgenden drei solche «Integralreliefs» hergeleitet werden, die für *alle* Baustoffe, Spannweiten u. dgl. gültig sind, daher wohl als «Universalnomo-», bzw. «-diagramme» [vgl. über drei solche auch (3), (8)] bezeichnet werden können. Es wäre naheliegend, auf Grundlage der einzelnen Lösungen weitere, z. B. bloss für bestimmte, fest gewählte Baustoffe gültige Tafeln herzuleiten; es sei jedoch hierauf nicht näher eingegangen.

2. Drei Integralreliefs für die Funktionsbeziehung (I).

Diese Reliefs entstehen aus der vorgelegten Funktionsbeziehung durch zunächst rein formale Umformung behufs nachfolgender geometrischer Deutung. [Der Zeiger i für die Zustände $i = 0$ (bekannter Anfangszustand) und $i = 1$ (irgendein weiterer Zustand) wurde der Deutlichkeit halber eingeführt.]

A. Erstes Integralrelief: Gegenstück zum «Diagramm» von *L. Truxa.* [Vgl. (7), ferner auch (4b).]

α) Herleitung der Tafel. Hier ist (I) auf die Form

$$\mathfrak{B}_i = \varphi_i^2 - \mathfrak{A}_i \varphi_i^{-1} \qquad \text{(Ia)}$$

zu bringen, mit

$$\mathfrak{A}_i \equiv \frac{3{,}75}{8\,E}\,10^4\,a\,\gamma_i, \quad \mathfrak{B}_i \equiv \frac{3}{8}\,10^4\,\alpha\,(t_i - c).$$
$$(i = 0, \quad 1)$$

Eine solche Funktionsbeziehung ist aber nach alten Verfahren [vgl. z. B. (2), ferner auch (1a)] durch eine «Netztafel» nach Art der Fig. 1 darstellbar.

β) Die Benützung des Reliefs erfolgt in vier Schritten.

1. Schritt: Durch $\mathfrak{A}_0$ und φ_0 ist auf der Geraden φ_0 der Punkt P_0 festgelegt.

2. Schritt: Auf der Waagerechten durch P_0 ist sodann bis zu deren Schnittpunkt $\mathfrak{P}$ mit der Ordi-

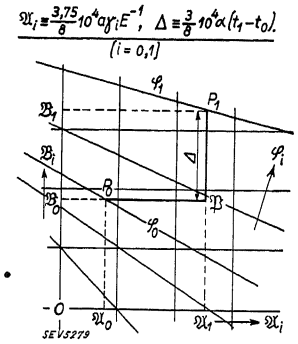


Fig. 1.

Erstes Integralrelief.

nate durch $\mathfrak{A}_1$ fortzuschreiten und dieser zu vermerken.

3. Schritt: Da

$$\mathfrak{B}_0 = \frac{3}{8}\,10^4\,\alpha\,(t_0 - c) \text{ und } \mathfrak{B}_1 = \frac{3}{8}\,10^4\,\alpha\,(t_1 - c),$$

folgt hieraus

$$\mathfrak{B}_1 = \mathfrak{B}_0 + \Delta, \qquad \Delta = \frac{3}{8}\,10^4\,(t_1 - t_0)\,\alpha.$$

D. h., es ist die Strecke Δ von $\mathfrak{P}$ aus aufzutragen, wodurch Punkt P_1 erhalten wird.

4. Schritt: Die Bezifferung der Geraden φ_1 durch den Punkt P_1 mit den Koten $\mathfrak{A}_1$, $\mathfrak{B}_1$ gibt bereits das gesuchte φ_1.

Hierbei sind die Ausdrücke $\mathfrak{A}_0$, $\mathfrak{A}_1$ und Δ durch Nebenrechnung aus den gegebenen Grössen zu bilden. Ihre Berechnung auf nomographischem Wege wäre zwar ebenfalls möglich, werde aber, wie auch für das folgende, nicht empfohlen.

γ) Wie ersichtlich, gelangt man vom Punkt P_0 zum Punkt P_1 durch den stärker ausgezogenen Linienzug, der allenfalls auf einem durchsichtigen Papier tatsächlich eingezeichnet werden könnte. Man rechnete dann eben «nomographisch-graphisch». Hierbei ist die Analogie einerseits zum Verfahren von *L. Truxa* und anderseits zu den andern nomographisch-graphischen Verfahren, z. B. in der technischen Thermodynamik, ganz deutlich ersichtlich.

B. Zweites Integralrelief: Neue Herleitung und Verbesserung des «Freileitungsnomogramms» von *J. Schwarzkopf* [vgl. (5)].

α) Herleitung der Tafel. Hier ist (I) zu schreiben:

$$\frac{\mathfrak{A}_i}{\varphi_i^2} + \frac{\mathfrak{B}_i}{\varphi_i^3} = 1, \qquad \text{(Ib}_1\text{)}$$

wo — mit $K = ac$ —

$$\mathfrak{A}_i = \frac{3}{8}\,10^4\,(\alpha\,t_i - K), \qquad \text{(Ib}_2\text{)}$$

$$\mathfrak{B}_i = \frac{3{,}75}{8}\,10^4 \cdot \frac{a\,\gamma_i}{E}. \qquad (i = 0, \quad 1)$$

Eine solche Funktionsbeziehung ist aber nach bekannten Verfahren [vgl. hierzu auch (1a)] durch eine Fluchtlinientafel mit Ablesegerade mit zwei parallelen Trägern für $\mathfrak{A}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ und einer Kurve für φ_i darstellbar, wobei zusammengehörige Werte

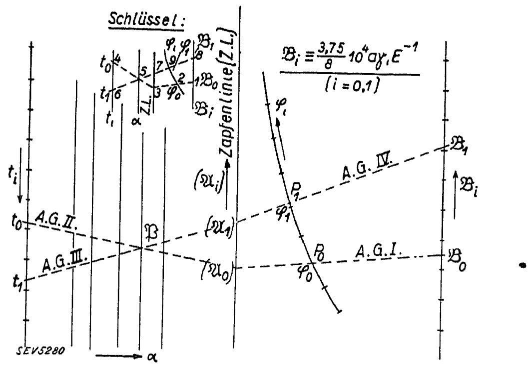


Fig. 2.
Zweites Integralrelief.

$\mathfrak{A}_i$, $\mathfrak{B}_i$ und φ_i auf der Ablesegeraden liegen (vgl. Fig. 2, rechte Teiltafel).

Die Bildung des Ausdrucks $\mathfrak{A}_i$ könnte gemäss

$$\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{A}_0 + \frac{3}{8}\, 10^4 \, (t_1 - t_0)\, \alpha$$

wieder durch Nebenrechnung erfolgen. Es ist aber zweckmässiger, sie mit Hilfe der linken Teiltafel der Fig. 2 zu bewerkstelligen. Diese ist nämlich ein Integralrelief für die Funktionsbeziehung (Ib_2), und zwar mit zwei parallelen Trägern für $\mathfrak{A}$ und t und dem Doppelkotenpunktsnetz (α, K). Hierin ist K die Integrationskonstante. Da es auf den Wert von K nicht ankommt, wurde das Strahlenbüschel für K nicht eingezeichnet.

β) Die Benützung des Rechenbildes (Nomogramms) erfolgt wieder in 4 Schritten:

1. Schritt: Durch $\mathfrak{B}_0$ und φ_0 ist «Ablesegerade I» festgelegt, die auf der $\mathfrak{A}$-Leiter den Punkt $\mathfrak{A}_0$ ergibt.

2. Schritt: $\mathfrak{A}_0$ und t_0 legen «Ablesegerade II» fest, die auf der Geraden α den Punkt $\mathfrak{P}$ ergibt.

3. Schritt: Durch $\mathfrak{P}$ und t_1 ist «Ablesegerade III» festgelegt, die auf der $\mathfrak{A}_i$-Leiter den Wert $\mathfrak{A}_1$ herausschneidet.

4. Schritt: Durch $\mathfrak{A}_1$ und $\mathfrak{B}_1$ ist schliesslich «Ablesegerade IV» bestimmt. Sie schneidet auf der φ-Kurve das gesuchte φ_1 aus.

Wie leicht einzusehen, dient der Träger der $\mathfrak{A}_i$-Leiter bloss als «Zapfenlinie». Da es nämlich auf den Wert von $\mathfrak{A}_0$ und $\mathfrak{A}_1$ nicht ankommt, kann der Träger hierfür unbeziffert bleiben. — Ein Vergleich dieses Vorganges mit demjenigen bei *J. Schwarzkopf* (5) dürfte seine Ueberlegenheit klar erkennen lassen.

C. Drittes Integralrelief: Rechenbild mit Doppelkotenpunkten.

α) Herleitung der Tafel. Hier ist (I) auf die Form

$$\frac{\mathfrak{A}_i}{\varphi_i^2 + u} + \frac{\mathfrak{B}_i}{\varphi_i\,(\varphi_i^2 + C)} = 1 \qquad \text{(Ic)}$$

zu bringen, wo unter Einführung von $C = \frac{3}{8} 10^4 \alpha c$:

$$\mathfrak{A}_i = \frac{3}{8}\, 10^4 \cdot \alpha\, t_i, \quad \mathfrak{B}_i = \frac{3{,}75}{8}\, 10^4 \, \frac{a\gamma_i}{E} \quad (i = 0,\ 1)$$

ist. Eine solche Funktionsbeziehung ist aber — — wieder nach bekannten Verfahren — durch eine Fluchtlinientafel mit Ablesegerade mit 2 parallelen Trägern für $\mathfrak{A}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ und einem Netz von Doppelkotenpunkten (φ_i, C) darstellbar, wobei zusammengehörige Werte von $\mathfrak{A}_i$, $\mathfrak{B}_i$, φ_i, C auf der Ablesegeraden liegen. Da es auf den Wert von C nicht ankommt, kann die C-Schar unbeziffert bleiben. Eine schematische Darstellung dieser Tafel zeigt Fig. 3.

β) Die Benützung der Tafel erfolgt hier im Gegensatz zu den vorstehenden Lösungen bereits in *zwei* Schritten.

1. Schritt: Durch $\mathfrak{A}_0$ und $\mathfrak{B}_0$ ist «Ablesegerade I» festgelegt. Sie schneidet die dem gegebenen φ_0 zugehörige φ_0-Gerade in einem Doppelkotenpunkt P_0, dessen zweite Kotenlinie — die das gesuchte C ergäbe, falls sie beziffert wäre — zu vermerken ist.

2. Schritt: Durch $\mathfrak{A}_1$ und $\mathfrak{B}_1$ ist «Ablesegerade II» festgelegt, deren Schnitt P_1 mit der eben erwähnten

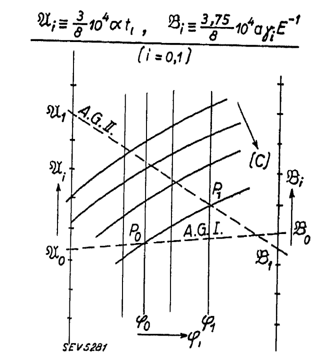


Fig. 3.
Drittes Integralrelief.

C-Kurve aufzusuchen ist. Seine zweite Kote gibt bereits das gesuchte φ_1. —

Die Ausdrücke $\mathfrak{A}_0$, $\mathfrak{B}_0$, $\mathfrak{A}_1$, $\mathfrak{B}_1$ sind wieder durch Nebenrechnung, z. B. mittels Rechenschiebers, zu bilden.

3. Anmerkungen.

1. Die *Spannung* σ erhält man aus φ vermöge

$$\sigma_i = \frac{a\gamma_i}{80\,\varphi_i} \qquad (i = 0, \quad 1)$$

[vgl. (6)]; auf die nomographische Berechnung sei jedoch, da ohne wesentliches Interesse, nicht näher eingegangen.

2. Bezüglich des *Entwurfs der Rechenbilder* für die Funktionsbeziehungen (Ia), (Ib_1), (Ib_2) und (Ic) sei folgendes bemerkt: Für die Darstellung aller dieser Funktionsbeziehungen sei vor allem auf das Hauptwerk (2) des Begründers der modernen Nomographie, *M. d'Ocagne*, verwiesen. Die beiden Einführungen in die Nomographie, die sich in den Werken (4a) und (6) vorfinden, genügen bloss für die Vertafelung der Funktionsbeziehung (Ib_1), da

in beiden weder auf die Netztafeln noch auf die immer wichtiger werdenden Tafeln mit Doppelkotenpunkten näher eingegangen wird. — Der Entwurf aller der den genannten Funktionsbeziehungen zugehörigen Tafeln kann aber auch unter Heranziehung eines *einzigen* Grundgedankens auf *einheitlicher* Grundlage erfolgen, und zwar nach dem allgemeinen Verfahren des Verfassers [vgl. (1a)]. Da hierfür aber insbesondere für den Entwurf der Tafeln für (Ib_1), (Ib_2) und (Ic) mehr mathematische Ausführungen erforderlich wären, sei hierauf nicht näher eingegangen.

3. Noch ein paar Worte über das *Verhältnis der bisherigen hierher gehörigen Lösungsverfahren* zu denjenigen mittels Integralreliefs. Die analytisch-algebraische Lösung der Anfangswertaufgabe führt zu folgendem Endergebnis [vgl. z. B. (6)]:

$$t_1 - t_0 = \frac{267}{\alpha}(\varphi_1^2 - \varphi_0)^2 10^{-6} + 1{,}25\frac{a}{E\alpha}\left(\frac{\gamma_0}{\varphi_0} - \frac{\gamma_1}{\varphi_1}\right)$$

Setzt man, wie dies im Anschluss an *L. Truxa* (7) bei verschiedenen Verfassern geschieht:

$$t_1 - \frac{267}{\alpha}\varphi_1^2 10^{-6} + 1{,}25\frac{a}{E\alpha}\frac{\gamma_1}{\varphi_1} = K,$$

$$t_0 - \frac{267}{\alpha}\varphi_0^2 10^{-6} + 1{,}25\frac{a}{E\alpha}\frac{\gamma_0}{\varphi_0} = K,$$

so kommt man zu unserer Funktionsbeziehung (I), wobei die als Kunstgriff eingeführte Konstante K natürlich nichts anderes ist als die Integrationskonstante des vollständigen Integrals. — Im vorliegenden Fall scheint also durch die neue Auffassung, d. h. durch das Zurückgehen auf das Integral, *praktisch* nichts gewonnen worden zu sein. Demgegenüber ist jedoch zu bemerken, dass erstens der Umweg über die Algebra erspart und zweitens eine naturgemässe Deutung der Konstanten K erhalten wird. Gerade bezüglich der Einführung und Deutung dieser Konstanten finden sich in verschiedenen Arbeiten die merkwürdigsten und oft widersinnigsten Erklärungen. Das Integralrelief lässt dagegen ihre wahre Bedeutung erkennen. — Im übrigen sei auf die Arbeit (1c) verwiesen, die die Leistungsfähigkeit eines Integralreliefs, und zwar eines solchen für die lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung, viel deutlicher zeigt.

Literatur.

1. *A. Fischer. a)* Ueber ein neues allgemeines Verfahren zum Entwerfen von graphischen Rechentafeln (Nomogrammen), insbesondere von Fluchtlinientafeln. Z. f. angew. Math. u. Mech. 1927, H. 3 u. 5; 1928, H. 4; 1929, H. 5.
   b) Ueber eine Anwendung des nomographisch-graphischen Rechnens auf eine Aufgabe aus der technischen Schwingungslehre. HDI-Mitteilungen des Hauptvereins deutscher Ingenieure in der Tschechoslowak. Republik 1932, H. 14.
   c) Ueber das allgemeine «Integralrelief» zur nomographisch-graphischen Lösung von Randwertaufgaben gewöhnlicher linearer Differentialgleichungen zweiter Ordnung — das reelle Gegenstück zum «Sinusrelief und Tangensrelief in der Elektrotechnik» von Fritz Emde. HDI-Mitt. usw. 1933, H. 1/2.
2. *M. d'Ocagne.* Traité de Nomographie, 2e éd., Paris 1921.
3. *J. Reznicek — S. Matena.* Universalni diagramy pro vypocet vrchnich vedeni kratkych rozpeti. (Univeraldiagramme für die Berechnung von Oberleitungen von kurzer Spannweite.) Elektrotechnicky Obzor (Prag). 1933, H. 14.
4. *E. v. Rziha — J. Seidener.* Starkstromtechnik. 7. Aufl., Berlin 1930/1931.
   a) Band I: 1. Abschnitt, Kap. I: *P. v. Stritzl,* Nomographie.
   b) Band II: 2. Abschnitt, Kap. G: *L. Kallir,* Berechnung der Freileitungen vom Standpunkte der Festigkeit.
5. *I. Schwarzkopf.* Das Freileitungsnomogramm. E. u. M. 1929, H. 6.
6. *E. E. Seefehlner.* Elektrische Zugförderung. 2. Aufl., Berlin 1924.
7. *L. Truxa.* Schaulinien zur raschen Ermittlung des Durchhanges und der Beanspruchung von Leitungsseilen. E. u. M. 1923, H. 34.
8. *V. Hruska — V. Kelbich.* Universalni nomogram pro mechanicky vypocet venkovnich elektrickych vedeni. (Universalnomogramm für die mechanische Berechnung elektrischer Freileitungen.) Elektrotechnicky Obzor. 1936, H. 2.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Akkumulator-Fahrzeuge.

629.113.65

In Deutschland werden seit einiger Zeit sehr grosse Anstrengungen gemacht, ausländische Rohstoffe und Produkte durch einheimische zu ersetzen. Wie kritisch man solchen Bestrebungen gegenüberstehen mag, so wird man gewisse wertvolle Erkenntnisse und Ergebnisse nicht grundsätzlich ablehnen wollen. Im Rahmen dieser Bestrebungen stehen auch die Bemühungen, an Stelle von Oel und Benzin andere Energieträger als Triebstoffe für Kraftfahrzeuge heranzuziehen. Was insbesondere für die Verbreitung des Elektromobils geschieht, dürfte auch für die schweizerischen Verhältnisse von besonderem Interesse sein; *denn die meisten Gründe, welche die deutsche Wirtschaft veranlassen, das Akkumulator-Fahrzeug zu begünstigen, gelten in vermehrtem Masse für die Schweiz.* Wir entnehmen die folgenden Ausführungen, die der Werbung für das Elektrofahrzeug dienen, einem in der «Elektrizitätswirtschaft» erschienenen Aufsatz.

Kurz zusammengefasst sind die Vorzüge des akkumulatorelektrischen Antriebes vor allem in dem denkbar einfachen Aufbau der Elektrofahrzeuge begründet. Komplizierte und empfindliche Maschinenteile gibt es dabei nicht. Elektromotor und Batterie sind bewährte Bauteile und unempfindlich gegen Kälte. Das in der Natur des elektrischen Antriebes liegende weiche Anfahren und gleichmässige Beschleunigen schont Wagen und Frachtgut. Der Reifenverschleiss ist um 30 % niedriger. Die Störungsanfälligkeit und damit der Reparaturkostenanteil ist sehr gering. Ebenso einfach wie im Aufbau sind Elektrofahrzeuge auch in der Bedienung. Das Anlassen der Maschine fällt ganz fort. Startschwierigkeiten bei Kälte und Einfrieren von Kühlern gibt es nicht. Der Betrieb ist sehr sauber. Geräusch- und Geruchlosigkeit sind für den Stadtverkehr ein hoch zu wertender Vorzug. Die Unterstellungskosten sind gering, da besondere, den feuerpolizeilichen Vorschriften unterliegende Garagen nicht erforderlich sind. Die Batteriepflege ist ein-

fach und leicht durchzuführen. Steuervergünstigungen in Höhe von 50 % der Sätze bei Verbrennungskraftmaschinen und die um 25 % niedrigeren Versicherungskosten tragen zur Senkung der festen Kosten bei.

Die Kosten für Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeuge sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Kosten für den Fahrer und für die Unterstellung sind nicht mit aufgeführt. Die Unterstellungskosten sind bei Elektrofahrzeugen unter allen Umständen niedriger als bei anderen Fahrzeugen; ein einfacher Schuppen oder nur ein Dach genügen als Wetterschutz durchaus. Als Energiepreis sind 4 Rpf./kWh eingesetzt, da zur Batterieladung fast ausschliesslich Nachtenergie verwendet wird. Dieser Energiepreis ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb, wie aus dem Vergleich der Treibstoffkosten hervorgeht. Selbst bei etwas höheren Energiepreisen ist der Betrieb von Elektrofahrzeugen noch wirtschaftlicher als der mit Dieselwagen.

Vergleich der Jahreskosten (in Rm.) von 2 t-Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeugen für 15 000 km/Jahr.

	Benzin 40,5 kW (55 PS)	Diesel 40,5 kW (55 PS)	Elektro 15 kW (20 PS)
Anschaffung für Fahrzeug ohne Batterie	5 450	6 350	5 100
Anschaffung der Batterie (280 Ah; 80 V)	—	—	1 200
Abschreibung (ohne Batterie) 6, 6, 15 Jahre	900	1 060	340
Verzinsung vom halben Anschaffungswert 5 %	140	160	130
Haftpflichtversicherung	200	200	150
Fahrzeugsteuer	410	410	260
Abschreibung und Verzinsung der Ladestation	—	—	130
Unterhaltungs- und Instandsetzungskosten	700	800	260
Wagenpflege, Abschmieren, Oel	220	200	120
Betriebsstoff (36, 17, 4 Rpf.) je 100 km: 18 l, 16 kg, 60 kWh	970	410	360
Batteriekosten einschl. Tilgung	—	—	900
Reifenkosten	240	240	160
Jährliche Kosten	3 780	3 480	2 810
Kosten pro km (15 000 km/Jahr) . . . . Rpf.	25,2	23,2	18,7

Wenn auch diese Zahlen vorerst nur für deutsche Verhältnisse gelten, so würde doch in der Schweiz für den Kostenaufbau kein grundsätzlicher Unterschied bestehen. Bemerkenswert scheint uns die Ermässigung der Fahrzeugsteuer für Elektromobile, für die sich gewiss auch hierzulande stichhaltige Gründe genug ins Feld führen liessen.

Das Elektromobil ist ein ausgesprochenes *Nahverkehrsfahrzeug*. Seine verkehrstechnische Ueberlegenheit gegenüber dem Benzin- und Dieselwagen beruht auf der grossen Anfangsbeschleunigung, die für einen Lieferungswagen entscheidend ist. Bedeutende Geschwindigkeiten könnten bei solchem Betrieb gar nicht ausgenützt werden. Es ist deshalb falsch, auf Kosten der Batterie und damit der Wirtschaftlichkeit grössere Geschwindigkeiten als 25 bis 30 km/h zu verlangen. Ohne Auswechslung der Batterie können tägliche Fahrstrecken von 60 bis 80 km bewältigt werden, mit einer oder zwei Wechselbatterien das zwei- und dreifache.

Das Elektromobil bietet insbesondere als Nachtenergiebezüger für die Elektrizitätswerke beträchtliches Interesse. Der Verfasser rechnet mit einem Energiebedarf von rund 9 000 bis 10 000 kWh pro Jahr und Fahrzeug. Von grösster Bedeutung für seine Einführung ist die richtige Werbung. Zur Unterstützung der Werbung empfiehlt der Verfasser den Fahrzeugherstellern und Batteriefirmen das Teilzahlungsgeschäft und den Elektrizitätswerken die Errichtung öffentlicher Ladestellen sowie die Anwendung zweckmässiger Tarife. — (W. Hoppe, Berlin. Einheimische Treibstoffe für den Nahverkehr; «Elektrizitätswirtschaft», 15. Februar 1936.)

W. Sch.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Einiges über Glimmverstärkerröhren.

621.385.831

Von den gasgefüllten, gittergesteuerten Röhren haben die *Ionenschalter* in der Technik bereits zahlreich Anwendung gefunden (Thyratrons, Glimmrelais, Kippschwinggenerator); Fig. 1 zeigt den für Ionenschalter charakteristischen Zusammenhang von Gitterwechselspannung $\mathfrak{E}_g$ und Anodenstrom I_a. Im Gegensatz dazu muss die *Glimmverstärkerröhre* bei

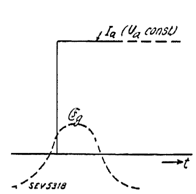


Fig. 1.
Verhalten eines Ionenschalters.

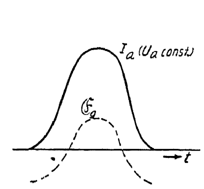


Fig. 2.
Verhalten eines quantitativen Verstärkers.

phasenreinem Aussenwiderstand grundsätzlich stets nach Fig. 2 arbeiten.

Zunächst baute man Glimmverstärkerröhren mit «kalter» Kathode; die gesteuerten Elektronen entstammen hier nicht wie bei der Hochvakuumröhre einem erhitzten Leiter, sondern einer Hilfsglimmentladung, die in der Röhre zwischen besonderen Elektroden unterhalten wird (für grosse Leistungen Hilfslichtbogen). *W. Schottky* unterscheidet «Kopfstrom»- und «Wandstrom»-Glimmverstärker (Fig. 3 und 4).

In der Kopfstrom-Röhre (Fig. 3) prallen auf die Kathode *1* Ionen auf und schlagen aus ihr Elektronen heraus, die, von positiver Spannung beschleunigt, in der negativen

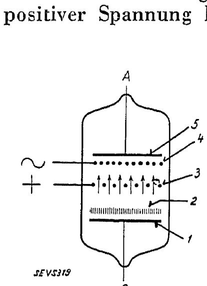


Fig. 3.
Schema des Kopfstrom-Glimmverstärkers.

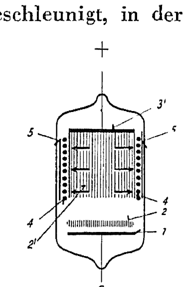


Fig. 4.
Schema des Wandstrom-Glimmverstärkers.

Glimmschicht *2* intensiv ionisieren, wodurch sich die Hilfsglimmentladung selber aufrecht erhält. Ein grosser Teil der Elektronen landet aber nicht am positiven Emissionsgitter *3*, sondern fliegt durch dessen Maschen hindurch, wird vor dem gegen *1* schwach negativen Steuergitter *4* abgebremst und bildet dort eine virtuelle Kathode. Ueberlagert man auf *4* die steuernde Wechselspannung $\mathfrak{E}_g$, so fliesst zur Verstärker-

anode *5* ein gesteuerter Anodenwechselstrom, der wie bei einer Hochvakuumröhre aus Elektronen besteht und am Aussenwiderstand die verstärkte Wechselspannung $\mathfrak{E}_a$ liefert. — Beim Wandstrom-Verstärker (Fig. 4) findet die Dauerentladung zwischen *1* und *3'* statt und die Trägerquelle ist hier das «Plasma» *2'* (positive Säule, von *J. Langmuir* so benannt); die Elektronen werden aus der Glimmsäule seitwärts herausgesaugt (Pfeile). Den Elektroden *4* und *5* kommt die gleiche Funktion zu wie in Fig. 3.

Mit solchen Versuchsröhren wurden im Laboratorium im Vergleich zu Hochvakuumröhren sehr grosse Steilheiten *S* erzielt (E. Lübcke, $S_{max} > 2$ A/V; $S_{mittel} = 0{,}5$ A/V), und zwar bei entsprechend geringem Innenwiderstand und Anodenspannungen unterhalb 100 V. Diese Eigenschaft erklärt sich aus der Aufhebung des Raumladungseffektes durch die stets vorhandenen positiven Ionen. Wenn es aber den Anschein hatte, als ob die Glimmverstärkerröhren mit «kalter» Kathode infolge ihres niederen Anodenspannungsbedarfes und ihrer grossen Stromergiebigkeit wenigstens als Endstufen grosser Telephonieverstärker die Hochvakuumröhre verdrängen könnten, so hat die Entwicklung des Netzanschlussbetriebes mit seiner Bevorzugung relativ hoher Nutzspannungen bei entsprechend schwächeren Strömen vorläufig das Gegenteil bewirkt und die Bedeutung der Glimmverstärker für Radioempfänger stark vermindert. Die «kalte» Kathode ist auch gegenüber der Glühkathode nicht wirtschaftlich, denn sie erfordert eine dauernde Kathodenfall-Leistung, die grösser

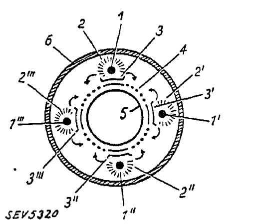


Fig. 5.
Elektrodenanordnung der Seibt-Röhre.
5 Anode, *4* Steuergitter, *3—3'''* Hilfsanoden für die elektronenliefernde Glimmentladung, mit Schirmwirkung, *1—1'''* Glimmkathodendrähte, *2—2'''* neg. Glimmschicht, *6* Kolbenwand.

bleibt als das Produkt: Spitzenstrom × 100 V; eine gute Oxydkathode gibt 50 mA/W und mehr ab, d. h. ihre Ausbeute (Heizmass) ist fünfmal so gross als diejenige der «kalten» Kathode.

In neuerer Zeit haben *G. Seibt, H. Bley* und *A. Hund* die Glimmverstärkerröhre dadurch vervollkommnet, dass sie zwischen Verstärkergitter (4 in Fig. 3) und Elektronenquelle (Maschen des Emissionsgitters 3) einen Schirm anbringen, der den Teilchen, die aus der Glimmentladung kommen, den direkten Weg zum Steuergitter abschneidet und so die schnellen, energiereichen Elektronen möglichst verhindert, im Verstärkerraum zuviele positive Ionen zu bilden, die schädlich sind, weil sie den Gitterstromverlauf ungünstig beeinflussen. (Seibt-Röhre Fig. 5; Röhre von Hund Fig. 6.)

Die Unbeständigkeit und Ungleichmässigkeit der erzielten Effekte legen übrigens dem Praktiker mit Fabrikationserfahrung etwas Zurückhaltung auf. Da sich schon äusserst geringe Schwankungen der Gaszusammensetzung in den elektrischen Daten durch weite Streuung der Sollwerte bemerkbar machen können und eindeutige Messmethoden fehlen, würde eine Fabrik für derartige Glimmverstärkerröhren zur Zeit vor ausserordentlich grossen Schwierigkeiten stehen.

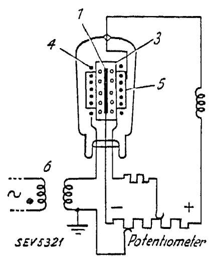


Fig. 6.
Aufbau der Röhre von A. Hund.
5 Anode, *4* Steuergitter, *3* durchlochte Hilfsanode für die elektronenliefernde Glimmentladung, mit Schirmwirkung, *1* axialer Glimmkathodendraht, *6* Eingangs-, *7* Ausgangstransformator.

Tatsächlich haben bis jetzt nur *J. Nienhold* (Kopfstromröhren mit Hohlglühkathode, Heizmass 1 A/W, Erregerspannung < 10 V) und *E. Lübcke* (Wandstromröhren) technisch einwandfreie, reproduzierbare Ergebnisse erzielt, und es ist sicher, dass die Verhältnisse in solchen Glimmverstärkerröhren wesentlich günstiger liegen, wenn bei höheren Nutzleistungen Mittel zur Senkung des Kathodenfalles der Hilfsentladung angewendet werden (Heizkathoden, Hohlkathoden). Allein, es bleiben als weitere Nachteile bestehen: erstens der höhere, durch die Ionisation bedingte Geräuschpegel, der die anwendbare Gesamtverstärkung herabsetzt, zweitens die Trägheit gegenüber hohen Frequenzen, die auf der langsamen Rekombination der mitwirkenden Ionen beruht, drittens das Auftreten negativer Gitterwiderstände und viertens, dass die Hilfsglimmentladung durch einen völlig geglätteten Gleichstrom gespeist werden muss, da sonst der Anodenstrom eine störende Brumm-Modulation enthält (für Wechselstrombetrieb teure elektrische Filtermittel).

Eine Verdrängung der heutigen Hochvakuum-Empfängerröhren steht nicht bevor, insbesondere nicht durch die Röhre mit «kalter» Kathode. Aber mit Hohlglühkathoden kommen Glimmverstärkerröhren sehr wohl in Frage als Generatorröhren mit kleinem Innenwiderstand und als Kraftverstärkerröhren. (— F. Schröter, Mitt. Telefunken-Gesellschaft, H. 3 [Jan. 1935], S. 103.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Economie électrique des Chemins de fer fédéraux et progrès de l'électrification en 1935 [1]).

621.311 : 631.33(494)

1° Economie électrique.

Le tableau I donne quelques détails sur l'économie électrique des CFF, comparée à l'année précédente. Les usines propres ont produit 480 millions de kWh (augmentation: 4,3 %); les achats d'énergie à des tiers se sont élevés à 84 millions de kWh. La traction proprement dite a absorbé 540 millions de kWh (augmentation: 4,8 %).

2° Usines hydro-électriques.

Usine de Ritom. A fin mars, la capacité utile du lac de Ritom, dont le niveau avait baissé de 24 m, était encore de $5{,}7 \cdot 10^6$ m³. Au début de mai, elle atteignit son minimum avec $3{,}6 \cdot 10^6$ m³ (abaissement: 27 m). Vers la mi-juillet, le lac était de nouveau plein ($27 \cdot 10^6$ m³). La vidange commença au début de décembre. A la fin de l'année, le lac contenait encore $24{,}1 \cdot 10^6$ m³.

Usine de Barberine. Jusqu'à fin mars, le niveau du lac avait baissé de 23 m; sa capacité utile était alors de $11{,}5 \cdot 10^6$ m³. Au début de mai, l'abaissement maximum atteignit 27 m, correspondant à une capacité utile de $8{,}3 \cdot 10^6$ m³. A la mi-juillet, le lac était plein ($39 \cdot 10^6$ m³). La vidange commença fin novembre et, à la fin de l'année, il y avait encore $33{,}7 \cdot 10^6$ m³ d'eau.

Les travaux de revêtement du parement amont du barrage, entrepris l'année précédente, ont été terminés. En outre, on dut exécuter différents travaux de protection dans le lit de la Barberine, en dessous du barrage. Le 15 avril, le funiculaire put être mis en service pour le transport public de voyageurs, avec l'autorisation de l'Office fédéral des transports, après quelques modifications et adjonctions exigées par les prescriptions officielles.

Usine d'Amsteg. Par suite des hautes eaux du 13 août, la sole du tunnel de dérivation au barrage du Pfaffensprung a été endommagée à plusieurs endroits, et la digue de la rive gauche a souffert sur une assez grande longueur audessus de la prise d'eau de l'Etzlibach.

Usine de Vernayaz. Pour atténuer les fortes vibrations d'un groupe, on a prolongé les ancrages des fondations de l'alternateur jusqu'au rocher, et renforcé les fondations par des injections de ciment. Ces mesures ont eu plein succès.

Usine de Massaboden. Le 23 septembre, l'usine a été mise hors-service pour 6 semaines, afin de pouvoir procéder

[1]) Voir pour 1934 Bull. ASE 1935, No. 7, p. 178. — Extrait des rapports trimestriels de la Direction générale des CFF.

Economie électrique des Chemins de fer fédéraux en 1935.

Tableau I.

Groupe d'Usines hydro-électriques	1er trimestre kWh	2e trimestre kWh	3e trimestre kWh	4e trimestre kWh	Total 1935 kWh	Total 1934 kWh
Energie 1 ∼ 16⅔ pour traction. Production à:						
Amsteg-Ritom	52 898 000	63 107 000	77 899 000	80 424 000	274 328 000	241 414 000
Vernayaz-Barberine	62 577 000	48 849 000	40 162 000	46 574 000	198 162 000	209 147 000
Massaboden	2 167 000	2 451 000	2 274 000	979 000	7 871 000	9 983 000
Energie monophasée produite dans les usines des CFF total	117 642 000	114 407 000	120 335 000	127 977 000	480 361 000	460 544 000
Energie achetée d'autres entreprises	24 512 000	15 828 000	16 072 000	27 819 000	84 231 000	77 700 000
Total de l'énergie produite et achetée	142 154 000	130 235 000	136 407 000	155 796 000	564 592 000	538 244 000
Energie utilisée pour la traction	134 548 000	125 399 000	131 002 000	148 503 000	539 452 000[1]	514 742 000
Energie 3 ∼ 50 de surplus vendue à des tiers pour des buts industriels:						
d'Amsteg	—	14 422 000	21 549 000	2 902 000	38 873 000	41 180 000
de Vernayaz	—	—	—	—	—	4 228 000
de Massaboden	879 000	1 178 000	878 000	601 000	3 536 000	4 115 000
Total	879 000	15 600 000	22 427 000	3 503 000	42 409 000	49 523 000
Energie totale produite par les usines des CFF 1 ∼ 16⅔ et 3 ∼ 50	118 521 000 (100 %)	130 007 000 (100 %)	142 762 000 (100 %)	131 480 000 (100 %)	522 770 000 (100 %)	510 067 000 (100 %)
dont par les usines à accumulation de Ritom, Barberine et Vernayaz	71,4 %	14,76 %	15,70 %	33,04 %	33,725 %	34,99 %
dont par les usines au fil de l'eau de Massaboden, Amsteg (y compris Göschenen) et Vernayaz (y compris l'usine du Trient)	28,6 %	85,24 %	84,30 %	66,96 %	66,275 %	65,01 %

[1]) L'augmentation de la consommation par rapport à l'année précédente est due en majeur partie à l'accroissement du transit de marchandises (IVe trimestre) et à la mise en service des lignes électrifiées en 1934: Bienne—La Chaux-de-Fonds, Berne—Lucerne et Rorschach—Buchs.

à des réparations à la prise d'eau. Pendant ce temps la conduite forcée a été nettoyée à l'intérieur et à l'extérieur, et entièrement repeinte. En outre toutes les machines ont subi un révision complète.

Usine de l'Etzel. Jusqu'à la fin de l'année les dépenses de construction se sont élevées à 29,3 millions de francs, dont 11,7 millions pour l'acquisition de terrain. La construction des routes et autres travaux de terrassement en amont du barrage ont fait d'importants progrès. La moitié gauche du barrage à l'endroit dit «Schlagen» était presque terminée à la fin de l'année, de même que la galerie d'amenée longue de 2900 m. La conduite forçée est en construction et, dans le bâtiment des machines, on a commencé à monter les turbines. Les 2 ponts roulants de 60 tonnes et 2 alternateurs ont été réceptionnés chez les fournisseurs.

3° Lignes de contact.

Lors de l'ouragan du 23 février, on a enregistré 73 perturbations électriques sur le réseau de distribution et les lignes de contact. Dans 5 cas seulement, l'exploitation ferroviaire a souffet, et cela uniquement aux endroits où des arbres déracinés avaient obstrué ou détérioré voies et lignes de contact.

Sur les lignes *Gossau-Sulgen* et *Giubiasco-Locarno*, on a commencé la construction des lignes de contact; le travail avance normalement.

4° Locomotives électriques et matériel roulant électrifié.

Au cours du 3e trimestre, les CFF ont commandé 4 automotrices légères pour courant monophasé aux maisons suivantes: Fabrique suisse de locomotives et de machines Winterthour, S. A. Brown, Boveri et Cie, Baden, Ateliers de Construction Oerlikon et S. A. des Ateliers de Sécheron-Genève. Pendant le dernier trimestre, deux automotrices électriques légères de la série CLe 2/4 ont été mises en service.

Erteilte Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte den «Services Industriels de Genève» in Genf als Ersatz für eine frühere, auf eine höhere Leistung lautende Bewilligung eine vorübergehende Bewilligung (V 73), bis zu max. 5000 kW elektrischer Energie nach Bellegarde, an die «Etablissements Bertolus», auszuführen. Die vorübergehende Bewilligung V 73 ist bis 31. Dezember 1937 gültig.

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Février 1935	Février 1936
1.	Importations	en 10^6 frs	93,5	87,1
	(janvier-février)	en 10^6 frs	(187,2)	(174,5)
	Exportations	en 10^6 frs	67,0	64,0
	(janvier-février)	en 10^6 frs	(127,7)	(117,7)
2.	Marché du travail: demandes de places		102 910	119 795
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	127	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	88	91
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)		38 (76)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	6,17 (126)	6,10 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes		267	238
	(janvier-février)		(530)	(439)
5.	Taux d'escompte officiel	%	2	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1330	1274
	Autres engagements à vue	10^6 frs	556	466
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1801	1456
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue	%	95,50	83,71
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		110	96
	Actions		114	105
	Actions industrielles		160	171
8.	Faillites		79	114
	(janvier-février)		(153)	(201)
	Concordats		26	42
	(janvier-février)		(53)	(69)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		40,9	37,3
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 4me trimestre 1934	Pour le 4me trimestre 1935
	Marchandises	en 1000 frs	47 642	47 744
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(188 042)	(176 518)
	Voyageurs	en 1000 frs	28 930	27 243
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(133 215)	(126 047)

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Mars	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	40/10/0	40/10/0	31/10/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	215/0/0	207/15/0	219/10/0
Zinc	Lst./1016 kg	16/1/3	15/6/3	11/12/6
Plomb	Lst./1016 kg	16/3/9	16/8/9	10/10/0
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50	fr. s./t	35.70	35.70	35.20
Charbon de la Saar I 35/50	fr. s./t	32.—	32.—	32.50
Anthracite belge	fr. s./t	51.—	51.—	52.50
Briquettes (Union)	fr. s./t	36.50	36.50	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	75.—	75.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	136.50
Caoutchouc brut	d/lb	7 9/16	7 7/16	5 15/16

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Miscellanea.

In memoriam.

August Ritter †. Am 14. Februar d. J. starb nach längerem Leiden August Ritter, Altkreispostadjunkt. Wenn auch August Ritter sich nicht berufsmässig mit Fragen der Elektrotechnik befasste, ja gar nicht Techniker war, so war er doch aus reinem Interesse an physikalischen und elektrotechnischen Fragen seit 30 Jahren treues Mitglied des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins.

August Ritter, geb. 1862, von Mühlau (Aargau), besuchte zuerst die Primar- und Bezirksschulen in Muri und darauf die Kantonsschule in Frauenfeld, die er mit dem Reifezeugnis abschloss. Da ihm weitere Studien nicht ermöglicht werden konnten, wandte sich Ritter dem Postdienst zu, den er bis zu einer der höchsten Stellen der Kreispostdirektion durchlief. Ein Beamter von grosser Fähigkeit und Zuverlässigkeit, erwarb er sich das Vertrauen aller vorgesetzten Behörden. Seine Liebe aber gehörte den Problemen der höhern Mathematik, der Physik, der Astronomie usw., und diese Probleme beherrschte er wirklich, und zwar nicht nur als Dilettant. Dass ein Liebhaber ohne akademische Bildung in hohem Alter sich mit Differenzialgleichungen und astronomischen Berechnungen befasst, ist wohl nichts Alltägliches. Seine Liebhaberei für die Physik führte ihn dann auch in den SEV, dessen Arbeiten er mit grossem Interesse, allerdings hauptsächlich in der Literatur, verfolgte. In der Technischen Gesellschaft Zürich, dessen Vizepräsident er während 25 Jahren war, gab er öfter in Vorträgen über mathematische oder astronomische Probleme Einblick in seine Studien.

Der SEV wird einem so treuen und uneigennützigen Mitglied stets ein gutes Andenken bewahren. *E.*

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Dr. O. Wettstein. Am 26. März d. J. feierte Herr Ständerat Dr. Oskar Wettstein, Präsident des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes und des Verwaltungsrates der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., hochverdienter Förderer der schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, den 70. Geburtstag. Der SEV und besonders auch der VSE freuen sich herzlich, dass es dem Jubilaren vergönnt ist, dieses Fest in so beneidenswerter Jugendfrische und ungeschwächter Tatkraft zu begehen und schliessen sich der grossen Zahl Gratulanten mit den herzlichsten Wünschen dankbar an.

UIPD. Le Comité de Direction de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique (UIPD) a nommé le 27 janvier 1936 comme Délégué général de l'Union M. *Edmond Roux*, en remplacement de M. Brylinski qui a pris sa retraite. M. Brylinski a été nommé Membre d'honneur.

Kleine Mitteilungen.

Die **Gesellschaft zur Förderung des Betriebswissenschaftlichen Instituts** an der Eidg. Technischen Hochschule (ETH) hielt am 19. März 1936 unter dem Vorsitz von Herrn Ing. Schrafl, Generaldirektor der Schweiz. Bundesbahnen, Bern, die 8. ordentliche Generalversammlung ab. Neu in den Vorstand gewählt wurde Herr Privatdozent Dr. Brandenberger. Durch eine vorgenommene Statuten-Aenderung wurde das Minimum des Jahresbeitrages für Einzelpersonen von 50 auf 25 Fr. herabgesetzt; man hofft, durch diese Massnahme mehr Einzelmitglieder zu gewinnen. Das summarische Arbeitsprogramm für das Jahr 1936, dem zugestimmt wurde, sieht vor: Gutachter- und Beratungstätigkeit, Freizeitkurse und Arbeitszeitermittlungskurse, industrieller Erfahrungsaustausch, auch über Unfallverhütung, Ausgabe eines Bibliothekkataloges, Fortführung der Zeitschrift «Industrielle Organisation», Untersuchung volkswirtschaftlicher Fragen (Rationalisierung und Arbeitslosigkeit, Folgen von dauernden Verschiebungen im internationalen Waren-, Kapital- und Menschenverkehr). Im Anschluss an die Generalversammlung

hielt Herr Professor Dr. E. Böhler einen tiefschürfenden und überzeugenden Vortrag über den Sinn der freien Konkurrenz, in welchem der Referent darlegte, dass die freie Konkurrenz nicht ein gewolltes Wirtschaftsprinzip, sondern ein ewiges Prinzip ist, das durch keine staatlichen Eingriffe aus der Welt geschafft, sondern nur in seiner Form beeinflusst werden kann. Der Vortrag wird im April-Heft der «Neuen Schweizer Rundschau» erscheinen.

Ausstellung «Very low temperatures». Nachdem im Sommer 1934 eine Kälteausstellung im Science-Museum in London die Besucher über mechanische Kälteerzeugung und Kälteanwendung unterrichtete, wurde am 4. März 1936 am selben Ort eine ähnliche Ausstellung über «sehr niedrige Temperaturen» eröffnet. Die in kleinem, experimentiertischähnlichem Rahmen aufgebaute Ausstellung orientiert in übersichtlicher Weise über die meisten wissenschaftlichen Experimente, die man mit niedrigen Temperaturen ausführen kann. Man kann da beispielsweise einen stromdurchflossenen Widerstandsdraht in flüssige Luft tauchen und an einem Amperemeter die mit der Temperaturabnahme erfolgende Verringerung des elektrischen Widerstandes des Drahtes beobachten. Der Besucher kann durch Bedienung von Hebeln und Schaltern alle Versuche selbst ausführen und erfährt deren wissenschaftliche oder technische Bedeutung durch die danebengestellten textlichen Erläuterungen. In Modellen, Tafeln und Tabellen wird man über die verschiedenen Messmethoden von niedrigen Temperaturen (thermoelektrischen und magnetischen Methoden) orientiert, ferner über Supraleitfähigkeit, über die Aenderung der magnetischen Verhältnisse durch Kälteeinfluss (Curiepunkt) und über die Aenderung des Aggregatzustandes durch Temperatureinfluss. Da Luftverflüssigung und Sauerstofferzeugung mit sehr niedrigen Temperaturen in Zusammenhang stehen, sind Sauerstoffapparate, Behälter und Transportwagen für flüssige Luft sowie die Anwendung von Sauerstoff und Wasserstoff beim autogenen Schweissen zu sehen. Diese eigentlich mehr den Techniker und Wissenschaftler interessierende Ausstellung ist durchaus glücklich und attraktiv auch den Bedürfnissen des allgemeinen Publikums angepasst. Sie ist bis Ende Mai 1936 geöffnet. *W. O.*

Un **Congrès International de l'Enseignement Technique** se tiendra en septembre 1936 à Rome, organisé par le Bureau International de l'Enseignement Technique, Paris 2e, Place de la Bourse 2. Ce Bureau donne tout renseignement dont on pourra avoir besoin; il reçoit dès maintenant des rapports et communications se rapportant au Congrès de Rome.

Gesellschaft zur Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Technischen Physik an der Eidg. Technischen Hochschule.

Unter diesem Titel konstituierte sich am 21. März d. J. in der Aula der ETH eine Gesellschaft, in deren künftige Tätigkeit unser Land grosse Hoffnungen für den Fortschritt und das Gedeihen der schweizerischen Industrie setzen kann.

Angeregt wurde diese Institution durch eine kleine Versammlung von Interessenten am 12. November 1935, zu der der Stadtpräsident von Zürich und der Präsident der Physikalischen Gesellschaft Zürich eingeladen hatten; man sprach sich damals über die Frage der Errichtung technisch-wissenschaftlicher Forschungsinstitute aus, zur Einführung neuer, exportfähiger Industrien. Die Verhandlungen führten schliesslich zu einem konkreten Projekt und einem Statutenentwurf. Darnach war vorgesehen, eine Gesellschaft zu gründen, welche dem im Jahre 1933 ins Leben gerufenen Institut für Technische Physik der ETH, das von Herrn Prof. Dr. F. Fischer geleitet wird, ermöglichen sollte, sich eine Abteilung für industrielle Forschung (A. f. i. F.) anzugliedern, mit folgenden Aufgaben:

a) Allgemeine Forschung auf Gebieten der Physik, welche Befruchtung und Erweiterung industrieller Tätigkeit versprechen,

b) Entwicklung von Erfolg versprechenden Erfindungen bis zur Reife für industrielle Verwertung,

c) Unterstützung der Industrie durch Beratung und Mithilfe bei Entwicklungs- oder Einführungsarbeiten auf einschlägigen Gebieten, evtl. auch bei schon patentierten Erfindungen.

Zur Einrichtung der A. f. i. F. war eine Summe von etwa 230 000 Fr. in Aussicht genommen. Die jährlichen Betriebsmittel wurden für die drei ersten Betriebsjahre auf 265 000 Franken geschätzt (hauptsächlich für Personal). Nach dieser Zeit soll sich die A. f. i. F. durch Einnahmen aus Lizenzen (Erfindungen werden im allgemeinen nicht veräussert) zum Teil selbst erhalten, so dass die Beiträge der Mitglieder reduziert werden können.

An der konstituierenden Sitzung vom 21. März 1936, die aus Kreisen der Industrie und der Behörden sehr zahlreich besucht war und die unter dem Vorsitz von Herrn Schulratspräsident Prof. Dr. A. Rohn stattfand, kam zum Ausdruck, dass der Gründung dieser Gesellschaft allgemein grosses Interesse entgegengebracht wird und dass der Wunsch besteht, nicht nur dem Institut für Technische Physik ein grosszügiges Arbeiten zu ermöglichen, sondern dass die verschiedenen Forschungsinstitute der ETH auf diesem Gebiet mit Unterstützung der Förderungsgesellschaft zusammenarbeiten. Es kam auch die Forderung zum Ausdruck, dass die Forschungsresultate ausschliesslich im wirtschaftlichen Interesse der Schweiz verwendet werden sollen.

Die verschiedenen Auffassungen gingen hauptsächlich aus der Diskussion um die Formulierung des Titels hervor; die im Statutenentwurf vorgesehene Fassung: «Gesellschaft zur Förderung des Institutes für technische Physik an der Eidg. Techn. Hochschule» wurde dann gemäss der Ueberschrift dieses Artikels geändert.

Die Arbeiten, die von der A. f. i. F. zunächst in Angriff genommen werden sollen, betreffen nach Vorschlag von Herrn Prof. Dr. F. Fischer: Ferromagnetische und dielektrische Werkstoffe (Forschungen auf lange Sicht), Nachrichten-Uebermittlung und schaltungstechnische Probleme, besonders für Fernsehen, Röhrentechnik (z. B. Ganzmetallröhren) und Elektroakustik (z. B. Mikrophone, neue Phonogrammträger). Ueber die gewaltige wirtschaftliche Bedeutung dieser Gebiete orientierte Herr Prof. Dr. Fischer überzeugend in einem Vortrag, welcher der Versammlung vorausging. Ein Rundgang im Institut für Technische Physik zeigte, dass dort fleissig und erfolgreich gearbeitet wird; er zeigte aber auch, dass für die Einrichtung eines modernen Forschungsinstitutes grosse Mittel aufgewendet werden müssen, wenn man mit einiger Sicherheit auf Erfolg rechnen will.

In der Versammlung wurde ein *provisorischer* Vorstand bestellt mit Herrn Schulratspräsident Prof. Dr. A. Rohn als Präsident und Herrn Dir. M. Schiesser, Präsident des SEV, als Vizepräsident und einer Reihe prominenter Vertreter der Bundes-, Kantons- und Stadtverwaltung, der Wissenschaft und der Industrie. Gemäss Statutenentwurf besteht der *leitende Ausschuss* aus dem Präsidenten, dem Vizepräsidenten, dem Leiter der A. f. i. F. (Herrn Prof. Dr. F. Fischer) und zwei weiteren Mitgliedern des Vorstandes.

Die Gesellschaft gilt auf Grund der Verhandlungen als gegründet. Sie wird nun zunächst Mitglieder werben. Dann wird die erste Generalversammlung abgehalten, an der die Statuten bereinigt und die Organe der Gesellschaft definitiv bestellt werden.

Es ist gewiss, dass die neue Gesellschaft eine für unser Land ganz ausserordentlich fruchtbare Tätigkeit entwickeln kann, besonders wenn es ihr gelingt, alle Kräfte der Hochschule und der Industrie in den Dienst gemeinsamer, hingebender Forschung zu stellen und die Resultate im wohlverstandenen Interesse unseres ganzen Landes zu verwerten. Die Leitung der Gesellschaft und des Institutes liegt in besten Händen, womit eine erste Vorbedingung zum Gelingen des Werkes erfüllt ist.

Wir möchten alle uns nahestehenden Kreise herzlich und dringend einladen, sich der Gesellschaft tatkräftig zur Verfügung zu stellen, wenn der Appell an sie ergeht und wünschen dem so viel versprechenden Unternehmen bestes Gelingen.

Literatur. — Bibliographie.

621.396.8 *Nr. 1169*

Cours de dispositifs antiparasites à l'usage des installateurs électriciens. Par *Michel Adam.* 104 p., 13,5×22 cm, 52 fig. Syndicat Général des Installateurs Electriciens, 54, avenue Marceau, Paris 1935. Prix: ffr. 10.—.

Il s'agit du texte de 5 conférences, faites l'année dernière au Laboratoire central d'électricité à Paris, sous le patronage de la Chambre syndicale et du Syndicat professionnel des industries radioélectriques et du Syndicat général des installateurs-électriciens, par un spécialiste, auteur de plusieurs ouvrages sur la radioélectricité. Bien que le cours professé par M. Michel Adam soit «à l'usage des installateurs-électriciens», on aurait tort de penser qu'il ne présente pas d'intérêt pour d'autres. Le problème complexe de la lutte contre les parasites de TSF est à l'ordre du jour chez nous aussi et tous ceux qui y sont intéressés de près ou de loin liront avec profit, sinon les textes de la règlementation française — qui ne nous touchent pas — et la mesure des perturbations à l'aide du «récepteur de contrôle» officiel français — que nos spécialistes suisses estiment fort aléatoire —, du moins les exposés clairs et bien ordonnés sur «le problème technique» (1[re] conférence), ainsi que sur la propagation, la recherche et la suppression des parasites à l'émission (2[e] conférence). Les trois dernières conférences, consacrées au matériel antiparasite et à la marque de qualité USE, à la suppression des perturbations à la réception ainsi qu'à des «considérations commerciales et sociales sur le rôle des installateurs de dispositifs antiparasites», s'adresse plus spécialement aux vendeurs de matériel antiparasite et aux installateurs-électriciens.

Nous recommandons aux lecteurs bilingues de rapprocher la lecture de cet intéressant traité de celle d'un ouvrage d'à peu près même envergure, paru en même temps à Berlin, soit le «Leitfaden der Rundfunkentstörung» par A. Dennhardt et E. Himmler, qui fait l'objet du compte-rendu suivant. *Bq.*

621.396.828 *Nr. 1133*

Leitfaden der Rundfunkentstörung. Von *A. Dennhardt* und *E. H. Himmler.* 107 S., A5, 84 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1935. Preis: geh. RM. 3.75.

Dieses kleine Handbuch ist das Werk von zwei erfahrenen Fachleuten, welche gemeinsam bei der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, bzw. der früheren Vereinigung der Elektrizitätswerke, in Berlin tätig waren. Der Geist dieses objektiv und nüchtern verfassten Leitfadens geht schon aus dem Vorwort hervor, welches in trefflicher Weise mit folgenden Worten beginnt:

«Jedes Leben in einer Gemeinschaft legt in erster Linie Pflichten auf und gibt erst in zweiter Linie Rechte. Dieser Grundsatz gilt allgemein, und er gilt vor allem dann, wenn irgendeine Betätigung in einer Gemeinschaft zu Störungen einer andern Betätigung führt. Auf technischem Gebiete liegt ein solcher Tatbestand beispielsweise vor, bei allen Beeinflussungsproblemen zwischen Stark- und Schwachstromtechnik und demgemäss auch bei der Frage der Rundfunkstörungen. Hörer und Störer befinden sich praktisch beide im Recht, der eine, wenn er ungestört hören will, und der andere, wenn er ungewollt durch den Betrieb seiner im starkstromtechnischen Sinne in Ordnung befindlichen Anlage stört. Das Leben in der Gemeinschaft legt jedoch beiden die Pflicht auf, nicht auf diesem starren, formalen Recht zu beharren, sondern ihre Anlagen nach Möglichkeit so zu betreiben, dass die Möglichkeit einer gegenseitigen Störung zumindest sehr gering ist.»

Das für den Praktiker gedachte und entsprechend klare, mit Hilfe von einfachen Schemata und Diagrammen verfasste, kurze Handbuch vermittelt alles Wissenswerte über das Problem der Radio-Entstörung nach dem Grundsatz, eine wirtschaftliche Lösung zu suchen. Das Büchlein umfasst vier Teile: einfachste Grundlagen der Rundspruchbeeinflussung, Massnahmen an der Empfangsanlage, Störsuche und Massnahmen an der Störquelle.

Den Lesern, die die französische Sprache beherrschen, empfehlen wir, den lehrreichen Leitfaden von Dennhardt und Himmler mit dem in Paris etwa gleichzeitig erschienenen «Cours de dispositifs antiparasites à l'usage des installateurs-électriciens» zu vergleichen (siehe obige Rezension). *Bq.*

621.315.17 *Nr. 1187*

Montage des lignes électriques aériennes. Par *R.-P. Chauvet.* 206 p., A5, 124 fig. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6[e]), 1936. Prix: rel. 41 frs. fr., froché 32 frs. fr. (frais de port en sus).

Alors que de nombreux ouvrages traitent du calcul et de l'établissement des lignes électriques aériennes, la question de leur montage n'a jamais été présentée d'une façon complète. Dans ce nouveau livre essentiellement pratique, l'auteur expose avec clarté tous les problèmes qui se posent. Il examine rapidement l'outillage et l'organisation du chantier, puis étudie les différents travaux: terrassements, bétonnage, levage, dépose et réparation. Une illustration claire, judicieusement choisie, complète le texte.

Cet ouvrage, qui décrit les méthodes et les procédés adoptés par les entrepreneurs les plus réputés et qui est le fruit d'une longue expérience personnelle, est également utile au président de syndicat d'électrification qui y trouvera des renseignements complets sur la façon d'effectuer les travaux dont il est responsable, au technicien chargé de les diriger et au monteur qui les exécute.

Il faut signaler d'une façon particulière l'exposé du montage des grandes lignes de transmission d'énergie.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASEV pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1[er] mars 1936.

La firme *Staba A.-G.*, Spezialfabrik elektr. Schalt- u. Steuerapparate, *Baden.*

Marque de fabrique: STABA

Interrupteurs de commande, à poussoir, pour contacteur (contact par pression), pour 500 V, 2 A ∼ (pour courant alternatif seulement).

Exécution: interrupteur monté dans boîtier en métal léger; plaque de base en papier durci.

Type No. St 1 J: pour montage sur crépi dans locaux secs (exécution spéciale).

Type No. St 1 J V: pour montage encastré dans locaux secs (exécution spéciale).

S. A. des produits électrotechniques Siemens, Dépt. Siemens-Schuckert, Zurich (Repr. de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique: SS

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique et cape en résine artificielle moulée brune (b), resp. crème (wi).

No. K 6 nb, nwi: interrupteur ordinaire unipolaire, schéma 0
No. K 6/5 nb, nwi: interrupteur à gradation unipolaire, schéma I
No. K 6/6 nb, nwi: inverseur unipolaire, schéma III

Prises de courant.

A partir du 1^er mars 1936.

A. Grossauer, Fabrication d'articles électriques, *St-Gall-W.*

Marque de fabrique: AGRO

Prises de courant murales tripolaires avec contact de terre (3 P + T) pour 500 V, 15 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. 18144: exécution normale (feuille de normes SNV 24306).

Appareillage Gardy S. A., La Jonction, Genève.

Marque de fabrique: GARDY

Prises de courant bipolaires avec contact de terre (2 P + T), pour 250 V, 6 A.
Utilisation: montage sur crépi dans locaux humides et mouillés.
Exécution: socle en matière céramique dans boîtier en résine artificielle moulée brune.
No. 36006: exécution normale (feuille de normes SNV 24301).

Prises de courant tripolaires avec contact de terre (3 P + T), pour 500 V, 25 A.
Utilisation: montage sur crépi dans locaux secs et humides.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. 30210: exécution normale (feuille de normes SNV 24312).

Coupe-circuit.

A partir du 15 février 1936.

Appareillage Gardy S. A., La Jonction, Genève.

Marque de fabrique: GARDY

Socles pour coupe-circuit à vis, montés dans des coffrets en tôle

avec	sans				
sectionneur pour le neutre					
No. 07022	07023	bipol.,	15 A,	250 V	(filetage SE 21)
No. 07530	07531	unipol.,	25 A,	500 V	(filetage E 27)
No. 07534	07535	tripol.,	25 A,	500 V	(filetage E 27)
No. 07634	07635	tripol.,	60 A,	500 V	(filetage E 33)

Socles pour coupe-circuit à broches, montés dans des coffrets en tôle.

avec	sans			
sectionneur pour le neutre				
No. 17022	17023	bipolaires,	10 A,	250 V
No. 17500	17501	unipolaires,	25 A,	500 V
No. 17504	17505	tripolaires,	25 A,	500 V

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Cotisation ASE.

Nous rappelons aux membres de l'ASE que les cotisations pour 1936 sont échues. La cotisation de membre individuel se monte à 18 fr., suivant décision de l'assemblée générale de l'ASE du 8 septembre 1935, celle de membre étudiant à 10 fr. Elles peuvent être versées sans frais jusqu'à fin avril, soit, en Suisse, au moyen du bulletin de versement ci-inclus (compte de chèques postaux VIII/6133) soit par mandat-postal pour les paiements de l'étranger. Après ce délai, les cotisations non payées seront prises en remboursement, frais compris.

Les membres collectifs ont déjà reçu les factures pour leurs cotisations dont le montant correspond aux taxes publiées à la page 50 de l'annuaire 1936.

En échange de leur paiement, les membres reçoivent leur carte de membre pour cette année.

Office d'éclairagisme (O. d'E.), Zurich.

Monsieur *J. Guanter,* qui avait géré les affaires de l'O. d'E. depuis sa fondation, s'est retiré de ses fonctions de secrétaire à la fin de l'année passée. Monsieur *O. Rüegg,* jusqu'alors secrétaire-remplaçant a été désigné pour lui succéder. Cependant, Monsieur Guanter rester conseiller de l'O. d'E.

En outre, le 1^er avril 1936, le siège du secrétariat sera transféré du Limmatquai 3 à la Place de la Gare 9 (Viktoriahaus); téléphone No. 34 355.

Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification.

En vertu de l'article 25 de la loi fédérale du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, et conformément à l'article 16 de l'ordonnance du 23 juin 1933 sur la vérification des compteurs d'électricité, la commission fédérale des poids et mesures a admis à la vérification les systèmes de compteurs d'électricité suivants, en leur attribuant le signe de système indiqué:

Fabricant: *Siemens-Schuckert, Nürnberg.*

S 100 — Adjonction au
Compteur pour courant alternatif à deux systèmes moteurs, type D 17..

S 101 — Adjonction au
Compteur pour courant alternatif à trois systèmes moteurs, type D 16 A.

Fabricant: *Ganz & Co., Budapest.*

S 102 — Compteur pour courant alternatif à un système moteur, types UP 1 et UP 2.

Fabricant: *Maschinenfabrik Oerlikon.*

S 23 — La publication du 20 février 1924 est remplacée par:
Transformateur de courant, types PST 2.30, PST 4.45, PSTO 2.30, PSTO 4.30, PSTO 6.45,
pour 40 pér./s et plus.

Fabricant: *A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.*

Transformateur de tension pour courant triphasé,
types TMJc 86/5, tension nominale 30 et 37 kV et TMJc 119/5, tension nominale 50 kV, pour le montage à l'intérieur;
type TMJFc 86/5, tension nominale 30 et 37 kV et TMJFc 119/5, tension nominale 50 kV, pour le montage en plein air;
pour 50 pér./s.

Fabricant: *Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich.*

La publication du 27 novembre 1923 est remplacée par:
Transformateur de courant,
types LK ou M ou O 3.4, 3.7, 8.4, 8.7, 14.4, 14.7, 20.4, 20.7; M ou O 30.4, 30.7; O 40.4, 40.7, 50.4, 50.7, 60.7, 80.7, 110.7, 130.7; pour le montage à l'intérieur;
types OL 3.4, 3.7, 8.4, 8.7, 14.4, 14.7, 20.4, 20.7, 30.4, 30.7, 40.4, 40.7, 50.4, 50.7, 60.7, 80.7, 110.7, 130.7; pour le montage en plein air;
de 40 pér./s et plus.

La publication du 19 mai/1er juin 1931 est remplacée par:
Transformateur de tension,
types LIK ou MI ou OI 3.15, 8.15, 14.20, 20.20; MI ou OI 30.25; OI 40.25, 50.25, 60.32, 80.32, 110.42, 130.50; pour le montage à l'intérieur;
types OLI 3.15, 8.15, 14.20, 20.20, 30.25, 40.25, 50.25, 60.32, 80.32, 110.42, 130.50; pour le montage en plein air;
de 40 pér./s et plus.

Berne, le 28 janvier 1936.

Le président de la commission fédérale des poids et mesures:
J. Landry.

Assemblée de discussion

de l'Association Suisse des Electriciens

Samedi, 18 avril 1936, 9 h 45

Ecole Polytechnique Fédérale, bâtiment principal, auditoire I, Zurich.

PROGRAMME:

1° Proclamation du résultat du **second Concours de la Fondation Denzler,** sur les questions de mise à la terre.

2° Conférences sur le thème:

Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?

Le sujet sera traité par

M. *Mühl,* Direction des Chemins de fer du Reich, Munich.

M. *H. Parodi,* Directeur Honoraire des Services d'Electrification de la Cie du Chemin de Fer d'Orléans, Paris.

M. *W. Müller,* ingénieur, chef du service de traction et des ateliers, près la Direction générale des Chemins de Fer Fédéraux, Berne.

L'assemblée durera probablement encore l'après-midi; il n'est pas prévu de repas en commun.

Nous prions les membres de notre association de participer nombreux et activement à cette assemblée de discussion.

Les membres individuels ou collectifs qui envisagent d'intervenir dans la discussion — même avec projections lumineuses — sont priés d'en avertir le Secrétariat général, afin de pouvoir ordonner la discussion dès le début.

Pour l'Association Suisse des Electriciens:

Le Président: (sign.) *M. Schiesser.*

Le Secrétaire général: (sign.) *A. Kleiner.*

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII[e] Année | N° 8 | Vendredi, 17 Avril 1936

20. Schweizer Mustermesse.

18. — 28. April 1936.

606.4 : 621.3(494)

Aufruf an die schweizerische Wirtschaft.

Wir stehen vor der Eröffnung der 20. Schweizer Mustermesse. Die Jubiläumsmesse fällt in eine Zeit grösster wirtschaftlicher Not und schwerer internationaler Konflikte. Wird unsere nationale Messe des Jahres 1936 doch gelingen? Ja, sie wird allen Schwierigkeiten zum Trotz nicht nur durchhalten, sie unternimmt darüber hinaus einen gesamtschweizerischen Angriff auf die Krisennot und die Krisenfolgen.

Der Beweis ist geleistet. Wer hätte gedacht, dass in dieser Zeit schwerster struktureller Fabrikations- und Absatzstörungen und sozial erschütternder Arbeitslosigkeit die Zahl schweizerischer Ausstellerfirmen sogar grösser sein werde als im Vorjahre. Für diese Tatsache gibt es wohl nur eine Erklärung: Die schweizerische Wirtschaft kämpft mit allen zur Verfügung stehenden Kräften einen heroischen Kampf der Selbstbehauptung. Diese nationale Kraftanstrengung unserer Industrien und Gewerbe verdient die Anerkennung und Mitarbeit des ganzen Volkes.

Die Konsequenzen sind klar. Sie heissen ganz einfach: Auf zum Besuche der Schweizer Mustermesse in Basel! Die Mustermesse ist die verwirklichte Solidarität. Unsere nationale Messe beweist eindeutig, was unser Land zu leisten imstande ist. Es gibt in der Schweiz keine andere Möglichkeit, die so klar, so rasch, so umfassend den Inhalt unseres einheimischen Schaffens zu demonstrieren vermag wie die Jahresschau unserer Produktion. Die Messe ist die Zentralschule für den Kauf und den Verkauf; sie zeigt die Angriffs- und Verteidigungsmethoden der Wirtschaft, sie lehrt organisieren, sie fördert die Initiative, sie gibt uns allen wirtschaftliches Wissen aus dem Geist der Praxis heraus. — Ein seriöser Messebesuch vermittelt eine durchgreifende Orientierung über den Umfang des schweizerischen Angebotes, über Neuheiten aller Art, über technische Gestaltung, Preis, Lieferungsbedingungen, Form und Farbe verschiedenster Fabrikate. Wir hören den Pulsschlag der schweizerischen Wirtschaft.

Schweizer Bürger, vor allem Ihr Träger der Wirtschaft aus Industrie, Gewerbe und Handel, zeigt durch Euern Messebesuch und den Messe-Einkauf, dass Ihr werktätige Hilfe für unser Land leisten wollt! Jetzt ist Gelegenheit da, sich um das Vaterland verdient zu machen. Wer in der Not hilft, hilft doppelt. Jeder von uns weiss, was die Wirtschaftsbelebung und die Arbeitsbeschaffung heute für den Arbeiter und den Unternehmer bedeuten. Mögen Tausende von Gutgesinnten aus starkem, innerem Antrieb, aus sozialem und vaterländischem Empfinden heraus Helfer unserer Wirtschaft werden.

Möge die 20. Schweizer Mustermesse vom 18. bis 28. April die Messe des nationalen Durchhaltewillens und die Messe der helfenden, aufbauenden Solidarität werden!

Schweizer Mutermesse:

Der Präsident: *E. MÜRY-DIETSCHY.* — *Der Direktor:* *Dr. W. MEILI.*

Die Messe der Elektrizitätsindustrie.

Die Schweizer Mustermesse erstand in den Jahren 1916/17. Seither entwickelte sich das Unternehmen äusserst erfreulich und half kräftig mit, unsere Volkswirtschaft zu stärken und unseren Export zu fördern. 1923 betrug die Zahl der Aussteller 864, 1924 925 und stieg seither stetig; letztes Jahr erreichte sie trotz der Ungunst der Zeit das bisherige Maximum, 1235 Aussteller. 1924 betrug die belegte Ausstellungsfläche 7152 m^2, im vergangenen Jahre 16 183 m^2. Entsprechend stieg die Besucherzahl. Die Messe wurde ein kräftiges Bindeglied zwischen der schweizerischen Industrie und dem Ausland.

Besondere Pflege liess sie stets der für unser Land so wichtigen Elektrizitätsindustrie angedeihen. Wir berichteten jeweils eingehend über diese Ausstellung (vgl. über die letztjährige Messe Bull. SEV 1935, Nrn. 8 und 9, S. 199 und 228). Dieses Jahr beschränken wir uns auf die Wiedergabe der Liste der Aussteller der Gruppe XVI, Elektrizitätsindustrie und der ausgestellten Gegenstände (vgl. Gruppen XVII und XVIII, wo auch elektromotorische Antriebe zu sehen sind), abgeschlossen am 16. März 1936. Es mag daraus hervorgehen, wie vielseitig das Angebot ist und wie sehr es sich lohnen wird, die Messe zu besuchen. Die Liste ist nach Sitz der Firmen alphabetisch geordnet.

Nächstes Jahr werden wir wieder einen eingehenden Bericht veröffentlichen.

Liste der Aussteller der Gruppe XVI (Elektroindustrie) und der ausgestellten Gegenstände.

F. Aeschbach A.-G., Industriestrasse 20, *Aarau.* Bäckerei- und Konditoreimaschinen; Universalmaschinen für Küchen; Misch- und Rührwerke für Lebensmittel und chemische Industrie; transportable elektrische Backöfen; Kühlanlagen und Kühlschränke.

A.-G. Kummler & Matter, Bleichmattstrasse, *Aarau.* Elektrothermische Apparate für Haushalt, Gewerbe und Industrie. Erzeugnisse der Lohnfeuerverzinkung. Freileitungs- und Bahnoberleitungsmaterial; Quarzilit.

Glühlampenfabrik Gloria A.-G., Laurenzenvorstadt 37, *Aarau.* Elektrische Glühlampen und Wolframdraht.

Maxim A.-G., Buchserstrasse 35, *Aarau.* Kochherde, Heisswasserspeicher, Heizöfen, Bügeleisen, Kocher, Teekannen, Kaffeemaschinen, Futterkocher, Kippkessel, Akkumulieröfen usw.

Sprecher & Schuh A.-G. für elektrische Apparate, Aarau. Kleinapparate; Unterflurschalter; Schützen; Druckluftschalter.

A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Aargau). Offene, geschlossene, geräuschlose und regulierbare Motoren, Schaltkasten, Relais, Ueberspannungsableiter; elektrische Oefen für industrielle Zwecke; Niederspannungselektrokessel.

Camille Bauer A.-G., Dornacherstrasse 18, *Basel.* Schalter, Steckdosen, Vontobelmuffen, ERVAUklemmen, Kolumbusgehäuse, Sicherungspatronen, Bakelitbriden, Ideal-Arbeitslampen, Heizkissen.

Victor Baumgartner, Albanvorstadt 28, *Basel.* Kleine elektrisch-automatische Bügelmaschine.

Maschinenfabrik Burckhardt A.-G., Dornacherstrasse 192, *Basel.* Elektrische Herde und Heisswasserspeicher.

Busson, Fabrik moderner Beleuchtungskörper, Buser Sohn & Co., Fasanenstr. 122, *Basel.* Beleuchtungskörper aller Art.

Gröninger, St. Albantal 34a, *Basel.* Bügeleisen; Heizkissen; Beleuchtungskörper; Strahler; Kocher; Pergamentschirme; Installationsmaterial; Glühlampen.

Leumann & Co. vorm. Dr. A. Leumann, Holbeinstr. 35, *Basel.* Elektromotoren; Lichtbogen-Schweissanlagen; Ventilatoren.

Levy Fils, Lothringerstr. 165, *Basel.* Pollopasleuchten; Auf- und Unterputzschalter und Steckdosen; Stecker, zweipolig, 6 Amp., U-Abzweigdosen, Aufputz; Gasanzünder.

J. Lüthi, St. Jakobstrasse 355, *Basel.* Elektrische Zahlensignalapparate und Apparatebestandteile.

Moser-Glaser & Co., Pfeffingerstrasse 61, *Basel.* Transformatoren; Messwandler; Einleiter-Präzisions-Stromwandler; diverse Apparate.

Fr. Sauter A.-G., Fabrik elektrischer Apparate, *Basel.* Zeitschalter; Schaltuhren; Fernschalter; Treppenhausuhren und Dreiminutenschalter; Anlaufschalter; Schaltausrüstungen. Steuerapparate für Kühlschränke und Kühlanlagen; Steuerapparate für alle Oelheizungs- und Kohlenheizungsanlagen; Steuerapparate für Luftkühlanlagen; Steuerapparate für Klimaanlagen. Thermostate für alle Anwendungen in der Industrie; Schwimmerschalter; Druckschalter. Automatische Magnet- oder Motorventile für Wasser, Dampf, Gase, Sole usw.; Thermostatventile für Wasser, Ammoniak, Sole usw.; Drosselklappen und Schieberventile mit Motorantrieb; Expansionsventile. Spezial-Schaltapparate: Automatische Ladebegrenzer für Akkumulatorenbatterien; Schalter für Lichtreklame; Vergleichs-Synchronuhren. Elektrische Heisswasserspeicher und Armaturen; elektrische Durchflusskessel und Durchlaufrohre; elektrische Destillationsapparate; elektrische Akkumulieröfen; elektrische Walzenheizungen und Industrieheizungen.

H. Schneeberger-Forster, Bündnerstr. 4, *Basel.* Kabelfix.

Emil Schwob, Steinentorstrasse 29, *Basel.* Kleinst-Getriebe-Motoren; Neontransformatoren; Anker- und Magnetspulenprüfkerne; elektrischer Grill; regulierbare Getriebmotoren für Gleich- und Wechselstrom.

Suisneon A.-G., St. Johannvorstadt 16, *Basel.* Leuchtröhren; Lichtreklamen; Ausstattungsgegenstände; Haushaltungskühlschränke.

Emil Weidmann, Mülheimerstrasse 53, *Basel.* Holzleuchter aller Art.

Oskar Woertz, Margarethenstr. 36, *Basel.* Elektrische Abzweigmaterialien; Sicherungselemente; Beleuchtungskörper.

A.-G. für Schaltapparate, Gerbergasse 27, *Bern.* Zeit- und Sperrschaltapparate; Gruppenschalter; Schaltuhren; Treppenhausautomaten; Temperaturschalter; Thermostate; Fernschaltapparate; Hochspannungs-, Zeit- und Fernschaltapparate, Relais usw.

E. M. B. Elektromotorenbau A.-G., Lavaterstr. 5, *Birsfelden.* Elektromotoren in verschiedener Bauart; Schaltapparate.

Brac A.-G., Breitenbach. Fassonteile aus Isolationsmaterial für elektrischen Apparatebau, Radiostecker, Möbelbeschläge usw.

Schweiz. Isola-Werke, Breitenbach. Isoliermaterialien und Wicklungsdrähte für die Elektrotechnik.

J. Willi Sohn & Co. A.-G., Kasernenstrasse, *Chur.* Kleinmotoren 1/200 — 1 PS; Wandventilatoren, Tischventilatoren, Tischventilator mit Wasserverdunster.

Société d'Exploitation des Câbles Electriques Système Berthoud, Borel & Cie, Cortaillod. Echantillons de câbles électriques; Boîtes diverses (extrémités, jonctions, dérivations); Serre-fils, sabots et matières isolantes.

H. Bueche-Rossé, Court. Pendules électriques; appareillage électrique.

Glühlampenfabrik Fribourg, Fribourg. Lampen.

Ateliers H. Cuenod S. A., Châtelaine, *Genève.* Brûleurs automatiques à mazout; Chaudières; Régulateurs automatiques électriques; Matériel de décoration; Brûleurs à mazout; Régulateurs R—S; Pompe de circulation eau.

SODECO, Société des Compteurs de Genève, Rue du Grand-Pré 70, *Genève.* Compteurs d'électricité; Horloges de contact.

Gesellschaft der Ludw. von Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen. Installationsmaterial für elektrische Freileitungen; Kabelkasten und Bogenlampenwinden; Reklame-Isolatorträger aus Holz.

Suhner & Co., Herisau. Isolierte Drähte, Kabel und Schnüre, Motorenkabel, Hochspannungskabel, Bleikabel usw.; Pressformstücke aller Art aus Hartgummi und Suconit; Isolationsteile aus Suconit und Kunstharz-Spritzguss für Telephonie, Apparatebau, chemische Industrie und Haushalt.

Adolf Feller A.-G., Stotzweid, *Horgen.* Apparate und Installationsmaterial für elektrische Licht- und Kraftanlagen.

A. Sigrist, obere Hinwilerstrasse, *Kempten-Wetzikon* (Zürich). Elektrische Dampf-Waschmaschinen; Zentrifugen für elektrischen Wasser- und Riemenantrieb; fahrbarer Motor.

Astron A.-G., Glühlampenfabrik, *Kriens* (Luzern). Glühlampen.

Blumenthal Frères, Côtes de Montbenon 16, *Lausanne.* Lustrerie.

FAVAG Fabrique d'Appareils électriques S. A., Neuchâtel. Petite Mécanique, instruments et appareils; Horloges électriques et accessoires, appareils téléphoniques, appareils de précision.

Fabrik elektrischer Apparate L. Henzirohs, Niederbuchsiten (Solothurn). Elektrische Apparate wie: Oefen, Strahler, Kocher, Kochplatten, Heizkissen, Bügeleisen, Bügeleisenroste, Lötkolben, Schmelztiegel, Giessform, Tauchsieder, Heizkörper aller Art; Kleine Brat- und Backofen.

Jansen & Co., Oberriet (St. Gallen). Stahlpanzer-Röhren; Stahlpanzerrohr-Zubehörteile; Isolierröhren; Industrie- und Profilröhren; Gas- und Wasserleitungsröhren.

Fours Electriques Borel S. A., Rue de la Gare 4, *Peseux.* Fours électriques à tremper, revenir, recuire, émailler. Fours à fondre pour l'acier rapide à bain de cyanure; Fours d'Abattoirs; Pyromètres de contrôle automatiques et enregistreurs; Thermomètres électriques à distance.

H. Weidmann A.-G., Rapperswil (St. Gallen). Presspan in Tafeln, Rollen und Bändern; Artikel aus Presspan; Pressformstücke aus Kunstharz; diverse eigene Isolierfabrikate für die Elektrotechnik.

Hoirs d'Aug. Gehr, Renens. Lustrerie; lampes de table; Fers à repasser; Radiateurs.

Johann Göldi, Batterie- und Elementefabrik, *Rüthi* (Rheintal). Trockenbatterien aller Art.

A.-G. der Eisen- und Stahlwerke vorm. Georg Fischer, Schaffhausen. Pilum-Speicherherde, elektrisch.

Carl Maier & Co., Industriestrasse 3, *Schaffhausen.* Schaltkasten; Oelschalter; Starkstromapparate; Schaltkastenbatterien usw.

Rauscher & Stoecklin A.-G., Sissach. Hochspannungs-Oelschalter; Schaltkasten mit Hochleistungssicherungen; Hochleistungssicherungen für Hoch- und Niederspannung; Kleinschützen mit Trockenschalter; Oelschützen 15—200 Amp.; Rohr- und Griffsicherungen; Gekapselte Schaltanlagen; Licht-Verteilkasten; Schaltkasten; Hochspannungs-Schubtrennschalter mit automatischer Druckluftenzeugung für die Lichtbogenlöschung; Freileitungs-Hörnerschalter; Konzentrische und andere Klemmen; Transformatoren; System-Wandler.

Autophon A.-G., Ziegelmattstr. 3—5, *Solothurn.* Telephonapparate und Umschalter; Lichtsignalanlagen; Zahlensignalanlagen; Feuermelde-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen; Verstärker, Lautsprecheranlagen; Radio- und Telephonrundspruchgeräte; Radio-Telephonrundspruch-Grammo-Kombinationen; Radiobestandteile.

Fr. Ghielmetti & Co. A.-G., Biberiststrasse 286, *Solothurn.* Zeit- und Sperrschalter; Schaltuhren; Temperaturschalter; Thermoregulatoren; Schaufenster- und Treppenlicht-Automaten; Fernschalter; Relais; Schaltautomaten für Oelfeuerungen.

Paul Truninger, dipl. El.-Ing., Langendorfstr. 19, *Solothurn*, und *Ferro-Arc Elektroden A.-G.*, Sternegg 10, *Luzern.* Elektrische Lichtbogenschweissapparate; elektrische Lötkolben. Elektroden und Schweisszubehör; Musterschweissungen; Gasmantel-Schweisselektroden.

J. G. Baer, Turmuhrenfabrik, *Sumiswald.* Mutteruhren; elektrische Uhren für Stromanschluss; Sumiswalder Pendules; elektrische Nebenuhren; Mutteruhren mit Quecksilberrelais.

B. A. G. Broncewarenfabrik A.-G., Turgi (Aargau). Beleuchtungskörper; Bronzearbeiten.

Leclanché S. A., Avenue de Grandson 19, *Yverdon.* Piles électriques en tous genres; batteries de piles pour la T. S. F.; lampes électriques de poche; lanternes électriques portatives; batteries pour lampes électriques de poche; Condensateurs électriques; Accumulateurs stationnaires et transportables; Batteries pour automobiles; Batteries au plomb système Planté; Batteries fer-nickel et cadium-nickel.

Landis & Gyr A.-G., Zug. Elektrizitätszähler; elektrische Schaltapparate; elektrische Uhren.

Albiswerk Zürich A.-G., Albisriederstr. 245, *Zürich.* Feuer- und Polizeimeldeanlagen; automatische Telephonanlagen; Signalanlagen; Zubehör und Hilfseinrichtungen für Telephonie; Draht- und Rundfunkgeräte.

Elektro-Material A.-G., Zürich-Basel, St. Albanvorstadt 80; *Appareillage Gardy S. A., Genève; S. A. des Câbleries et Tréfileries, Cossonay-Gare.* Installationsmaterialien wie: Sicherungen, Schalter, Steckdosen, Fassungen, Trennschalter, Oelschalter usw.; isolierte Drähte und Kabel, Bleikabel, blanke Kupferdrähte und Seile, Isolierrohre.

Otto Fischer A.-G., Sihlquai 125, *Zürich.* Elektrotechnische Bedarfsartikel.

F. Freitag, Stampfenbachstr. 34a, *Zürich.* Näh- und Leselampen (elektrische).

Oskar Locher, Baurstrasse 14, *Zürich.* Elektrische Waschapparate; elektrische Glättemaschine; elektrothermische Apparate für Gewerbe und Industrie.

Bureau für Motoren-Installation Zürich der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon. Einphasen-Lichtbogen-Schweisstransformatoren; Schweiss-Umformergruppen; Drehstrom-Motoren in normaler Ausführung; Flanschmotoren mit horizontaler und vertikaler Welle; Drehstrom-Motoren mit Oberflächenkühlung; Motorschutzschalter mit Druckknopf oder Handgriff; Stecker und Dosen; Paketschalter.

MICAFIL A.-G., Badenerstrasse 796, *Zürich-Altstetten.* Kunstharz-Pressteile für allgemeinen und technischen Bedarf; an der Strangpresse gefertigte Stangen, Rohre und Profile.

Rolos A.-G., Fabrik für elektrische Leitungsdrähte und Trockenbatterien, Badenerstrasse 41, *Zürich 4.* Elektrische Leitungsdrähte; Isolation GS; Trockenbatterien.

H. A. Schlatter & Co., Limmatquai 92, *Zürich.* Elektrische Widerstandschweissmaschinen: Punkt-, Stumpf-, Abschmelz- und Rollenschweissmaschinen. Schweisszeitregler. Lichtbogenschweissmaschinen und Zubehör; Elektroden.

SIEMENS Elektrizitäts-Erzeugnisse A.-G., Löwenstrasse 35, *Zürich.* Sicherungsmaterial.

Trüb, Täuber & Co. A.-G., Ampèrestrasse 3, *Zürich 10.* Elektrische Messinstrumente und wissenschaftliche Apparate.

Le câble à huile imprégné après pose.[1)]

Par *James Borel*, Cortaillod.

621.315.211.3

L'imprégnation des câbles s'est effectuée jusqu'à maintenant déjà à l'usine.

La réalisation des canalisations électriques à très hautes tensions, constituées par des câbles à huile, pouvant s'installer avec le maximum de facilité et de sécurité, a conduit l'auteur à étudier l'imprégnation des câbles uniquement après pose et les conditions à remplir pour que la qualité des câbles ainsi imprégnés soit au moins égale à celle des meilleurs câbles imprégnés à chaud à l'usine.

Das Imprägnieren von Kabeln wurde bis heute bereits in der Fabrik ausgeführt. Das Bestreben, Hochspannungsleitungen mit Oelkabeln von hohem Sicherheitsgrad in einfacher Weise zu verwirklichen, hat den Autor dazu geführt, das Imprägnieren nach der Verlegung und in kaltem Zustande eingehend zu studieren und die Bedingungen zu ermitteln, damit dieser für die Qualität des Kabels so wichtige Vorgang sich mit mindestens ebenso grosser Sicherheit ausführen lässt wie in der Fabrik im warmen Zustand des Kabels.

De tout temps avec beaucoup de raison, l'imprégnation a été considérée comme une opération très importante de laquelle les qualités des câbles dépendent pour une large part.

Aussi de nombreuses études ont-elles été faites pour mieux connaître le mécanisme de cette opération, pour la mieux contrôler et, si possible, pour la mieux diriger.

Il est résulté de ces études que la bienfacture de l'imprégnation dépend non seulement des propriétés du papier et de celles de la matière imprégnante, mais aussi du «degré» de vide réalisé dans les cuves d'imprégnation et de la température qui y règne.

[1)] Suite de l'article paru dans le Bulletin de l'ASE 1935, No. 16.

Si, par suite de la complexité des nombreux problèmes posés par la réalisation de la meilleure imprégnation, les avis n'ont jamais été unanimes sur toutes les solutions qui ont été proposées, il n'en est pas moins vrai que l'on considérait comme indispensable le maintien d'une température assez élevée pendant l'imprégnation, que l'imprégnant soit de la matière visqueuse ou de l'huile fluide.

La nécessité admise par tous les fabricants de réaliser cette température, qui varie suivant les avis entre 80° et 140° C, semblait donc réserver strictement à l'usine l'opération de l'imprégnation, car il n'est pas possible, pratiquement, de chauffer à près de 100° C des câbles posés, par suite de leur grande surface de refroidissement. En effet, le calcul montre que pour porter à 100° C la température de la corde de cuivre d'un câble posé ayant 1 km de long, 150 mm² de section de cuivre et dans lequel le rapport $\frac{R}{r}$ serait égal à 2,7, il faut disposer d'une puissance d'environ 45 kW, en supposant la température du sol égale à 15° C.

Le calcul montre aussi que la température moyenne du câble est loin d'être de 100°, car la chute de température à travers l'isolant du câble, dans les conditions indiquées, est de 53° C, de sorte que la température du plomb n'est que de 47° C.

Imprégner un câble après pose en le chauffant à la température admise à l'usine serait, non seulement coûteux, mais exigerait un matériel compliqué et pas facile à transporter sur le terrain.

Il faut reconnaître, du reste, qu'il n'y aurait aucun intérêt à imprégner après pose des câbles à matière. Par contre, il est non moins évident que la possibilité d'imprégner des câbles à huile après pose présente de grands avantages. Pour mémoire, rappelons-en les principaux:

L'huile ayant un coefficient de dilatation beaucoup plus grand que celui du plomb, le câble, s'il est imprégné à l'usine, doit déjà être en relation constante avec un réservoir de compensation au moins, pendant une partie de sa fabrication, son transport, sa pose et pendant la confection des extrémités et jonctions. Cette précaution est évidemment inutile pour les câbles imprégnés après pose exclusivement. Ces câbles, au surplus, possèdent le sérieux avantage de pouvoir subir de sévères contrôles des propriétés mécaniques de la gaîne de plomb.

Il est facile à comprendre qu'un changement aussi profond dans la façon d'effectuer l'opération très importante de l'imprégnation des câbles n'a pas été réalisé sans que de nombreuses expériences aient mis en évidence les conditions les meilleures à remplir pour obtenir un câble à diélectrique sans défaut, dans les conditions qui étaient jugées habituellement défavorables.

Imprégner un câble dont le papier est supposé desséché, c'est substituer de l'huile au gaz qu'il contient. Ce gaz ne se trouve pas uniquement dans les espaces existants entre les fibres du papier, mais aussi, à l'état condensé, à la surface de ces fibres et dans les pores et les canaux qu'elles renferment. L'huile ne pouvant pratiquement pas chasser d'elle même le gaz qu'elle doit remplacer, ce gaz doit être évacué dans une opération préliminaire.

L'évacuation des gaz, se ferait très aisément si l'on pouvait assimiler le volume du gaz contenu dans le câble à un volume équivalent de gaz occupant exclusivement l'intérieur d'une enceinte métallique.

Or, cette similitude est bien loin d'exister. On connaît en effet la propriété que possèdent les corps poreux de condenser les gaz à leur surface. L'exemple le plus frappant est celui du charbon de bois, qui peut condenser des volumes considérables de gaz. C'est ainsi qu'il condense dans ses pores 90 fois son volume de gaz ammoniac.

Les fibres de cellulose présentent de nombreux pores, ainsi que des canaux, qui augmentent leur surface et par cela la propriété des fibres de retenir les gaz. L'essai suivant le met en évidence:

Soit un câble dans lequel le volume non occupé par les fibres est de 100 litres par exemple. Ce volume, ainsi que nous l'avons déjà dit, est à peu près égal au volume occupé par les fibres de cellulose. Soit, d'autre part, un tuyau en métal, en plomb par exemple, d'une contenance de 100 l également, et évacuons le gaz par une extrémité du câble et du tuyau, le vide étant mesuré à l'autre extrémité à l'aide d'une jauge MacLeod (voir fig. 1).

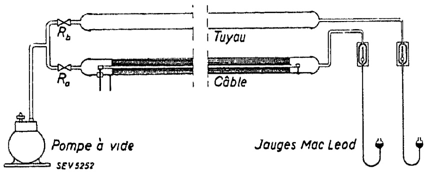


Fig. 1.
Schéma du dispositif utilisé pour comparer l'évacuation du gaz contenu dans un câble et dans un tuyau de plomb.

Si l'on porte sur un graphique le temps en abscisses et la pression résiduelle en ordonnées, le phénomène de l'évacuation du gaz pour l'un et l'autre des cas cités est rendu respectivement par les courbes *a* et *b* de la partie I de la fig. 2.

S'il est possible, après un temps T_1, d'une heure par exemple, d'obtenir à l'intérieur du tuyau un vide mesuré par une très faible pression résiduelle, qui peut être, suivant les conditions de l'essai, de l'ordre de grandeur de quelques centièmes de millimètre de mercure, il n'en est pas de même pour le câble, où la pression résiduelle est un multiple très élevé de la précédente. Cette pression résiduelle, nous le verrons plus loin, peut varier d'un câble à l'autre, suivant la nature du papier et celle du gaz qu'il contient.

La différence entre la pression résiduelle du câble et du tuyau s'accentue encore si l'on arrête la pompe à vide et ferme les robinets R_a et R_b (partie II de la fig. 2).

La très faible pression réalisée dans le tuyau se maintient, tandis que la pression dans le câble augmente. Cette augmentation s'explique facilement. Supposons que le gaz condensé par le papier était, avant l'évacuation, en équilibre avec le gaz compris entre les fibres, équilibre qui peut être schématiquement représenté par la fig. 3.

Lorsque la pression diminue, l'équilibre est rompu et du gaz quitte la fibre pour aller dans l'atmosphère qui se trouve entre les fibres. Ce mouvement ne cessera que lorsqu'un nouvel état d'équilibre sera atteint. L'expérience montre que cet équilibre ne s'établit que très lentement. Si l'on admet que le phénomène est réversible, ce qui est très vraisemblable, il faudra de nombreux mois, sinon des années, pour atteindre une pression d'équilibre voisine de celle obtenue en chauffant et en refroidissant le câble comme il est indiqué dans la légende de la fig. 2, parties III et IV.

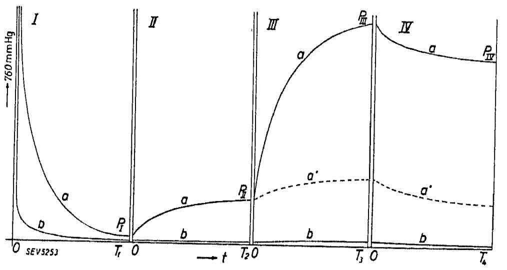


Fig. 2.

Pression résiduelle mesurée sur le câble, courbe a, et sur le tuyau, courbe b.

I. Les gaz sont évacués pendant le temps T_1.
II. Les robinets R_a et R_b sont fermés et la pompe à vide est arrêtée. Dans le tuyau, la pression reste pratiquement constante. Dans le câble, la pression augmente beaucoup et pendant longtemps par suite de la reddition du gaz condensé par les fibres.
III. Le câble et le tuyau sont chauffés. Dans le tuyau, la pression augmente à peu près conformément à la loi des gaz. Dans le câble, l'augmentation de pression (courbe *a*) est bien supérieure à celle calculée à l'aide du coefficient de dilatation (courbe *a'*).
IV. Le câble et le tuyau sont refroidis. Dans le tuyau, la pression revient à peu près à la valeur d'avant l'échauffement. Dans le câble, la pression descend bien moins qu'elle n'est montée, la pression finale P_{IV} est très supérieure à la pression initiale P_I.

La chaleur, augmentant le mouvement des molécules, permet à l'équilibre de se réaliser plus rapidement. L'augmentation de pression constatée est beaucoup plus élevée que celle que l'on peut calculer à l'aide du coefficient α de dilatation des gaz; aussi, après refroidissement, la pression obtenue P_{IV} est-elle loin de reprendre sa valeur primitive P_{II}.

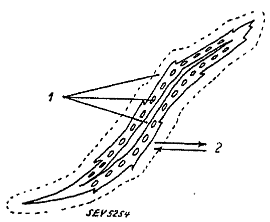


Fig. 3.

Schéma de l'équilibre entre le gaz condensé à la surface et à l'intérieur des fibres (*1*) et celui qui se trouve entre les fibres (*2*).

Quant à la pression résiduelle dans le tuyau de plomb, elle a augmenté très légèrement plus que ne le veut la loi des gaz, par suite de la reddition par la surface du plomb d'un peu de gaz, qui, en faible quantité, est condensé à sa surface.

La variation de pression à l'intérieur d'un câble auquel on a fait subir le traitement décrit plus haut, ainsi que la pression résiduelle P_{IV}, dépend de deux facteurs: le papier et le gaz. Le papier condense d'autant plus de gaz que la surface de ses fibres est plus mouvementée et que ces fibres renferment davantage de canaux et de pores, visibles ou non au microscope. D'autre part, la vitesse avec laquelle le gaz traverse le papier dépend de la compacité de celui-ci, c'est-à-dire de la finesse du feutrage des fibres de cellulose.

La complexité de la fibre, ainsi que la compacité du papier, peuvent varier dans de grandes proportions. Il est facile de trouver dans le commerce des papiers destinés aux câbles à haute tension, qui permettent d'obtenir, toutes choses égales d'ailleurs, des pressions P_{IV} pouvant varier dans le rapport de 1 à 20.

Pour un même papier, la quantité de gaz condensé dépend en partie du poids moléculaire du gaz. En règle générale, elle augmente avec lui. Ainsi l'azote, de poids moléculaire 28, est condensé en plus grande quantité que l'hydrogène, de poids moléculaire 2. La condensation dépend d'autre part de la constitution stéréochimique des molécules du gaz, constitution qui, pour certains gaz, peut jouer un rôle prépondérant. Ainsi, la quantité d'acide carbonique condensée par le papier est hors de proportion avec celle que l'on pouvait prévoir par la considération de son poids moléculaire. Dans les mêmes conditions expérimentales, la pression P_{IV} peut varier dans la proportion d'environ 1 à 20 lorsqu'on remplace l'azote par l'acide carbonique. Par conséquent, en faisant varier papier et gaz, la quantité de gaz qui restera dans un câble, dans les mêmes conditions, peut varier dans la proportion de 1 à 400 environ.

La quantité de gaz que l'huile aura à dissoudre lorsque le câble s'imprégnera sera donc très différente selon les cas. L'influence des gaz dissous sur la valeur de l'huile est complexe. Elle dépend en partie de la solubilité des gaz dans l'huile. A cet égard, l'acide carbonique compense dans une certaine mesure son affinité pour le papier.

Les nombreux essais de laboratoire qui ont été entrepris sur l'imprégnation des câbles à froid, dans des conditions analogues à celles que l'on peut réaliser après pose, ont eu pour but de préciser les conditions optima que doivent présenter le papier, l'huile et le gaz, pour que, d'une part, l'imprégnation s'effectue facilement et que, d'autre part, les qualités électriques du câble soient irréprochables, caractéristiques qui ne varient pas forcément dans le même sens.

En principe, le papier doit être le plus perméable possible, sans toutefois que soit compromis le rôle de «barrière diélectrique» qu'il doit jouer. On sait en effet que l'huile lamellée par des couches de papier possède une rigidité diélectrique notable-

ment supérieure à celle de l'huile seule. Cette amélioration provient en partie de la diminution du libre parcours des molécules ionisées par le champ électrique, et de la suppression de l'alignement suivant les lignes de force du champ électrique des particules solides éventuelles que peut contenir l'huile.

Ces particules alignées entre les électrodes peuvent, ainsi qu'on le sait, constituer des «ponts» de moindre résistance.

Il est évident que l'efficacité de la barrière diminuera lorsque la porosité du papier augmentera, autrement dit lorsque les fibres de cellulose seront moins serrées. Pourtant, la loi qui lie ces deux propriétés est loin d'être simple, elle se complique notamment de l'effet des constantes diélectriques différentes de la cellulose et de l'huile.

L'huile doit être peu visqueuse, posséder une rigidité diélectrique élevée, être stable dans le champ électrique jusqu'à des valeurs voisines de celle qui produira la disruption, accuser des pertes diélectriques faibles et peu dépendantes de la température, et pouvoir dissoudre sans amoindrissement l'inévitable gaz résiduel contenu dans le câble dont on a évacué le gaz au mieux.

Il serait trop long de passer en revue dans cet article tous les essais entrepris au laboratoire pour déterminer la meilleure combinaison des quatre variables, papier, gaz, huile, fabrication, permettant de réaliser dans de bonnes conditions l'imprégna-

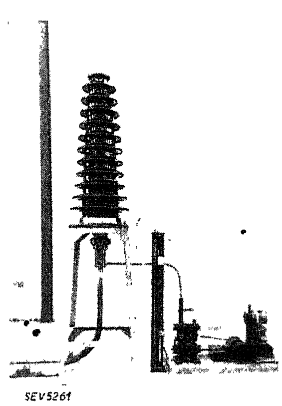


Fig. 4.
Groupe moto-pompe pour l'évacuation du gaz.

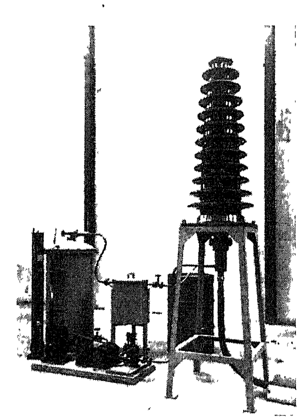


Fig. 5.
Groupe moto-pompe utilisé pour la dessication et le dégazage de l'huile et pour l'imprégnation.

tion après pose de câbles qui doivent être sans défaut. Les résultats de ces essais peuvent se résumer dans cette constatation de grande importance pratique:

Il est possible d'imprégner après pose, à froid, des câbles destinés à la haute et à la très haute tension, de qualité égale à celle des meilleurs câbles imprégnés à l'usine, et pour lequel on a mis en œuvre le matériel perfectionné que comportent les installations d'imprégnation à poste fixe.

Pour évacuer le gaz contenu dans le câble, pour préparer l'huile et accomplir l'imprégnation, de petits groupes et de petites installations transportables ont été mis au point. Ils sont respectivement représentés par les fig. 4 et 5. Ajoutons que l'imprégnation des câbles après pose peut être conduite avec une grande sécurité et même plus rapidement qu'à l'usine. Pourtant, si ce résumé suffit pour caractériser la valeur pratique de ce nouveau mode d'imprégnation, il est indiqué de le compléter de quelques considérations théoriques et de résultats de mesures de laboratoire, qui permettront de se

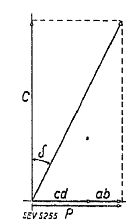


Fig. 6.
Diagramme des courants dans un condensateur ordinaire.
c courant capacitif;
p courant de pertes = courant de conduction + courant d'absorption.

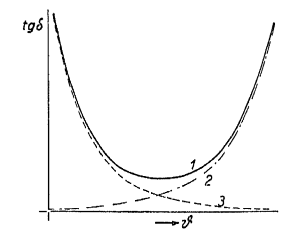


Fig. 7.
Variations des pertes d'un câble en fonction de la température.
1 Pertes totales.
2 Pertes dues à la conduction.
3 Pertes dues à l'absorption.

rendre compte par des chiffres de la qualité des câbles obtenus.

Les gaz sont les seuls diélectriques parfaits, les seuls dont les pertes sont nulles tant que la tension d'ionisation n'est pas atteinte. Tous les autres isolants sont caractérisés par des pertes diélectriques provenant d'une part de leur conductibilité et d'autre part de leur pouvoir «d'absorber» de l'électricité.

Considérons deux condensateurs sous tension alternative et isolés, le premier avec de l'air, le second avec un diélectrique autre qu'un gaz, par exemple avec du papier imprégné. Le courant dans le condensateur à air sera décalé exactement de 90° par rapport à la tension. Le condensateur isolé au papier imprégné sera le siège de deux courants, l'un capacitif, décalé de 90° comme précédemment, l'autre en phase avec la tension, provenant de la conductibilité et de l'absorption de l'isolant.

Graphiquement, ce phénomène peut être rendu par la fig. 6 dans laquelle le vecteur c représente le courant de capacité, tandis que le vecteur p représente le courant correspondant aux pertes du condensateur. L'angle δ est appelé angle de pertes et sa valeur est généralement exprimée par celle de sa tangente.

Le courant de conduction et le courant d'absorption sont d'origines très différentes. Ils n'ont que ceci de commun qu'on ignore presque tout de leur origine et que l'un et l'autre constituent des pertes. Le courant d'absorbtion semble être dû à des changements d'orientation de molécules polarisées et le courant de conduction à des déplacements d'ions ou de particules chargées électriquement.

L'une des caractéristiques qui différencient très nettement les deux courants, c'est que le premier

décroît [2]) et que le second croît avec la température.

Aussi est-il relativement facile de faire le partage des pertes dues à l'un et l'autre de ces courants. Considérons, en effet, les pertes si caractéristiques d'un câble à matière. Elles sont représentées graphiquement par une courbe dont l'allure, qui rappelle un V, provient de la somme des courbes caractérisant, l'une l'absorption, l'autre la conduction (fig. 7). Les pertes sont surtout dues à gauche du minimum à l'absorption, à droite à la conduction.

Ceci dit, l'examen de la figure 8 permet de se rendre mieux compte des propriétés du diélectrique des câbles à huile imprégnés après pose, tant au point de vue de leurs valeurs absolues, qu'à celui de leur comparaison avec les valeurs caractérisant les câbles à matières. Ce qui se dégage à première vue de l'examen de cette figure, c'est que les pertes des câbles à huile sont très petites et que leur minimum se trouve à une température voisine de 85° C, au lieu d'environ 38° pour les câbles à matière. On peut donc en déduire que les câbles à huile peuvent fonctionner en toute sécurité jusqu'à des températures voisines de 100°. L'expérience a confirmé cette déduction.

Le câble à matière le mieux imprégné présente toujours un peu d'ionisation. L'angle de pertes augmente avec la tension. Pour les câbles à huile, par suite de leur imprégnation totale, cet angle n'augmente pas, mais baisse au contraire avec la tension aux températures élevées. A —40° C l'huile commençant à se figer, une très légère ionisation apparaît. Sur la fig. 8 on a reporté aussi la tangente de l'angle de pertes des deux composants de l'isolant

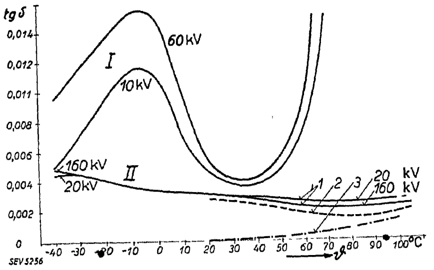


Fig. 8.
Variation de l'angle de pertes des câbles à huile et des câbles à matière, en fonction de la température et de la tension, et variations en fonction de la température de l'angle de pertes du papier et de l'huile utilisée pour l'imprégnation des câbles après pose.
I Câbles à matière. *II* Câbles à huile.
1 Câbles. 2 Papier sec. 3 Huile.

du câble, le papier et l'huile. La tg δ du câble est, grosso modo, la somme de tg δ de l'huile et de tg δ du papier.

Comme pour les câbles à matière, il est indiqué de faire subir aux câbles à huile imprégnés après pose un essai de tension continue. C'est pourquoi nous nous sommes procuré un générateur à courant continu permettant d'obtenir de très hautes tensions.

Ce générateur, construit suivant un nouveau principe mis au point par la Compagnie générale de Radiologie à Paris, se compose de 4 transformateurs élémentaires semblables, dont chacun permet d'une part de produire une tension redressée de 120 kV, d'autre part de transmettre la basse tension nécessaire à l'alimentation d'un autre élément. Il est donc possible de mettre en série le nombre des éléments nécessaires pour obtenir la tension voulue. Pour avoir une installation facilement transportable et facile à bâcher sur le terrain en cas de mauvais temps, les transformateurs n'ont pas été placés sur des plateformes isolantes, mais suspendus à un châssis de métal (fig. 9).

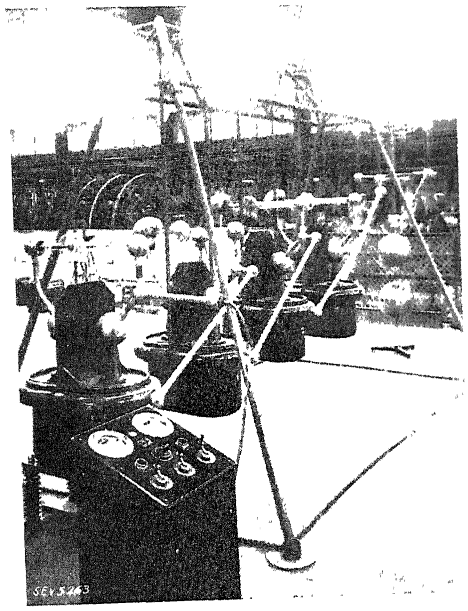


Fig. 9.
Générateur à courant continu 450 kV.

Chacun des éléments de ce générateur se compose d'une cuve métallique, qui contient un bâti magnétique de transformateur sur lequel se trouvent deux enroulements secondaires: l'un pouvant donner une tension de 120 kV max., et l'autre une basse tension de 220 V pour l'alimentation de l'élément générateur suivant. Ces enroulements sont convenablement isolés entre eux et par rapport à la cuve. Le couvercle de la cuve comporte deux traversées haute tension, qui servent à la fois de support et de connexion à un kénotron placé horizontalement et pouvant supporter deux fois la tension fournie par le transformateur, soit 240 kV.

L'alimentation d'un transformateur se fait par la cathode du kénotron et c'est la cuve du transformateur qui est portée à la haute tension produite par le générateur. La polarité de cette tension par rapport à la terre est négative, de manière que le champ électrique dirigé sur les kénotrons ne gêne pas leur émission électronique.

Le dernier élément du générateur est relié à un spintermètre par une résistance d'amortissement de 3,5 mégohms. Ce spintermètre sert à la fois de limiteur de tension et d'appareil de mesure de la tension appliquée au câble, qui est relié au milieu de la résistance d'amortissement.

Quel que soit leur nombre, les éléments du générateur sont alimentés par l'intermédiaire d'un autotransformateur et d'un rhéostat montés dans un pupitre de commande. Ce pupitre est muni notamment de boutons poussoirs «marche-arrêt» pour la commande du contacteur, d'un voltmètre indiquant la tension primaire d'alimentation et d'un milli-

[2]) Pour les câbles imprégnés de matière ordinaire contenant de la résine, le courant d'absorption aux basses températures croît lorsque la température s'élève. Il diminue avec l'accroissement de la température lorsque celle-ci dépasse —5° C.

ampèremètre permettant de mesurer le courant débité par le générateur.

Avant de mettre un câble sous tension, il faut tout d'abord régler le spintermètre pour la tension d'alimentation à laquelle on désire essayer le câble et connecter convenablement

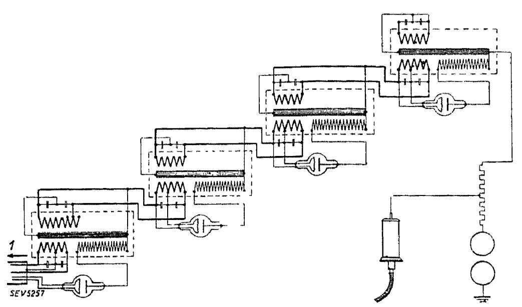


Fig. 10.
Schéma de fonctionnement du générateur à courant continu 450 kV de la Compagnie Générale de Radiologie, Paris.
1 Vers le pupitre de commande.

l'autotransformateur. On appuie ensuite sur le bouton «marche» et l'on manœuvre le rhéostat plus ou moins rapidement de manière à atteindre la tension d'essai dans le temps désiré.

La fig. 10, représente le schéma de fonctionnement du générateur.

Après de nombreux essais de laboratoire, tous concluants, et dont l'un portant sur 300 m de câble est rendu par la fig. 11, nous avons procédé aux installations suivantes de câbles imprégnés après pose:

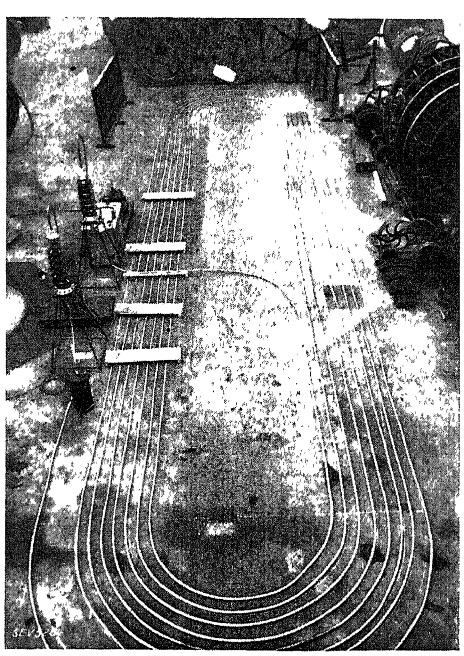


Fig. 11.
Câble d'essai sur la plateforme du laboratoire.

I. Canalisation d'essai triphasée, 50 kV, installée à la sous-station de la Voltastrasse du Service électrique de la Ville de Bâle.

En 1932, grâce à l'obligeance du Service électrique de la Ville de Bâle, nous avons eu l'occasion de placer à l'intérieur de sa nouvelle station de la Voltastrasse, en série avec des câbles à matière, une canalisation d'essai triphasée, 50 kV, formée de trois câbles à huile d'une longueur de 68 m chacun et présentant les caractéristiques suivantes:

Conducteur	95 mm², diamètre	15 mm
Isolant	épaisseur	5 mm
Plomb	»	2,5 mm

(Le plomb est fretté d'un ruban de cuivre recouvert de jute asphalté.)

Gradient maximum . . . . 7,55 kV/mm

Ainsi qu'il ressort de ces chiffres, l'essai a été rendu intéressant, malgré la valeur de la tension relativement basse pour des câbles à huile, grâce à un choix approprié des données constructives du câble: L'isolement présente une épaisseur telle que le gradient maximum, sans être très élevé, est tout de même approximativement le double de celui du câble à matière connecté en série.

Après leur imprégnation, qui ne nécessita que 2 h, y compris l'évacuation du gaz, les câbles furent soumis à un essai de tension continue de 116 kV pendant une heure. Les mesures d'angle de pertes avant la mise en service des câbles et après une année, puis deux années, puis trois années de fonctionnement, ont montré la grande stabilité de ces câbles, qui ne présentent pas d'ionisation. Cette stabilité a été mise en évidence de façon frappante par l'essai de laboratoire suivant: Une éprouvette de 35 m de câble, prélevée sur l'excédent de fabrication du câble décrit, fut soumise aux épreuves très sévères que résume le tableau I.

Tableau I.

Epreuve No.	Tension kV	Gradient max. (kV/mm)	Température °C Pb	Cu	Durée de l'essai mois	Temps jours	Angle de pertes tg $\delta \cdot 10^{-4}$ 20 kV	30 kV	40 kV	50 kV	60 kV	70 kV
1	60	15,7	15	15	6	0 30 153 183	39 31 32 32	39 31 31 32	39 30 31 32	38 30 30 31	38 29 30 31	38 29 30 30
2	60	15,7	100	117	1	214	32	32	31	31	31	30
3	60	15,7	100 (le jour) 15 (la nuit)	117 (le jour) 15 (la nuit)	5	365	33	33	33	33	33	33

L'échauffement du câble dans les essais 2 et 3 fut réalisé en induisant dans le conducteur un courant de 380 A correspondant à une densité de 4 A/mm². Sur une partie de sa longueur, le câble fut isolé thermiquement, ce qui permit d'atteindre une température de 100° au plomb et de 117° au conducteur. Cette température de 117° correspond à l'échauffement qu'aurait produit un courant de 750 A, soit 7,9 A/mm². La considération des valeurs trouvées pour la tangente des angles de pertes permet de faire deux constatations intéressantes:

1° La mise sous tension du câble a eu comme effet de diminuer les pertes. Nous avons eu l'occasion de constater ce curieux phénomène à quelques reprises déjà sur les câbles à huile.

2° Pendant ce sévère essai de tension d'une année, les pertes sont restées pratiquement constantes. La dernière mesure fut faite dans d'autres conditions et avec un autre pont que les précédentes, ce qui peut expliquer la très petite différence enregistrée.

II. Canalisation d'essai monophasée, 132 kV, installée à la Centrale de Vernayaz des CFF (fig. 12).

Cette canalisation est formée de deux câbles de 690 m chacun, ayant les caractéristiques suivantes:

Conducteur	150 mm², diamètre	20 mm
Isolant	épaisseur	9 mm
Plomb	»	2,5 mm

(Le plomb est fretté de deux rubans de cuivre recouverts de jute asphalté.)

Gradient maximum . . . . 10,3 kV/mm

Ces deux câbles ont chacun une capacité de 0,19 μF et peuvent par conséquent amortir les surtensions qui se produisent sur une ligne aérienne (voir à ce sujet le rapport

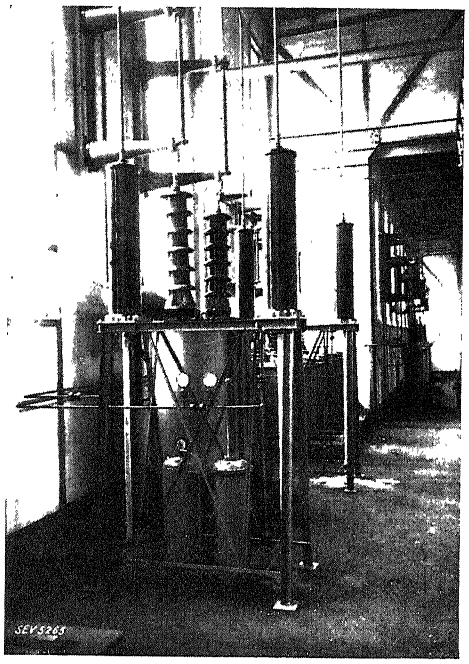


Fig. 12.
Câble d'essai 132 kV. Centrale de Vernayaz.
Extrémités et réservoirs de compensation.

présenté par K. Berger à la session 1931 de la CIGRE, tome III, pages 316—352). Ces câbles sont respectivement placés en série avec les phases U et V, service B, dont il est fait mention aux pages 325 et 326 du dit rapport. Ce service est le plus exposé aux surtensions (fig. 13).

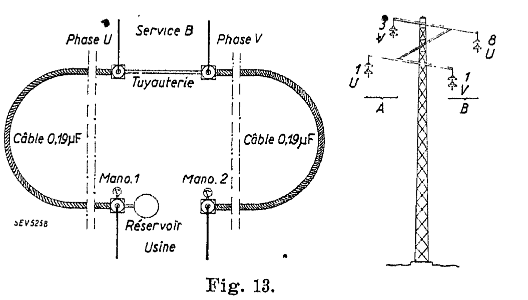


Fig. 13.
Schéma de l'installation des câbles à huile, à Vernayaz. Les chiffres placés en regard des phases indiquent le nombre de contournements causés par la foudre pendant les étés 1929 et 1930.

L'imprégnation des deux câbles se fit simultanément. L'évacuation du gaz dura 11 h et l'imprégnation proprement dite 8 h. La vitesse d'imprégnation n'est donc pas inférieure à celle qui est réalisée à l'usine, où souvent même cette vitesse n'est pas atteinte.

La fig. 14 montre le résultat du contrôle de la variation de capacité pendant l'imprégnation. Les câbles furent éprouvés par un essai en courant alternatif de 150 kV pendant 15 min et par un essai en courant continu de 280 kV pendant 1 h. Les gradients maxima furent respectivement 23, 4 et 43,6 kV/mm. La tangente de l'angle de pertes, mesurée de 10 kV jusqu'à 70 kV, fut trouvée petite, $32 \cdot 10^{-4}$ pour l'un et $30 \cdot 10^{-4}$ pour l'autre, et indépendante de la tension.

Pour contrôler par un essai pratique la facilité d'écoulement de l'huile dans le canal formé par le conducteur, de nombreux essais d'échauffement ont été faits, pendant les-

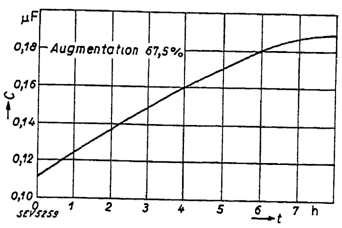


Fig. 14.
Variation de la capacité pendant l'imprégnation.

quels furent relevées des lectures de pression des manomètres M_1 et M_2 (fig. 13). Le manomètre M_1 situé près du réservoir de compensation resta presque constant. Le manomètre M_2 situé à l'autre extrémité de la canalisation longue de 1380 m accusa des surpressions pendant l'échauffement et des dépressions pendant le refroidissement, ainsi que le montre la fig. 15.

Dans la pratique, la charge du câble étant généralement inférieure à 200 A et les variations de charge beaucoup moins

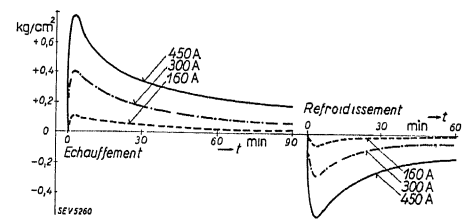


Fig. 15.
Surpression et dépression pendant l'essai d'échauffement, à 450 A, 300 A et 160 A.

brusques que celles réalisées au cours des essais, les surpressions et dépressions furent très petites, de 0,05 atm. au maximum, soit près de 10 fois moins que les valeurs trouvées pour l'échauffement brusque à 300 A, valeurs qui sont bien loin de compromettre le fonctionnement du câble.

Les câbles sont en service depuis le mois d'août 1934. Leurs pertes, mesurées après une année de fonctionnement, furent trouvées identiques à celles du début.

III. Canalisation d'essai triphasée à 150 kV installée à la sous-station de Bottmingen des Usines électriques Olten-Aarbourg.

Cette canalisation d'essai est formée de trois câbles de 100 m chacun, ayant les caractéristiques suivantes:

Conducteur	95 mm², diamètre	15 mm
Isolant	épaisseur	15 mm
Plomb	»	2,5 mm

(Le plomb est fretté d'un ruban de cuivre recouvert de jute asphalté.)

Gradient maximum . . . . 10,6 kV/mm

Ces câbles, posés en juillet 1934 et essayés à une tension continue de 380 kV, gradient maximum 46,4 kV/mm, fonctionnent comme condensateurs. Ils sont reliés à une ligne aérienne par l'intermédiaire de fusibles haute tension en série avec une résistance (fig. 16).

L'angle de pertes de ces câbles est indépendant de la tension entre les limites mesurées, soit 10 et 70 kV; sa tangente atteint $32 \cdot 10^{-4}$.

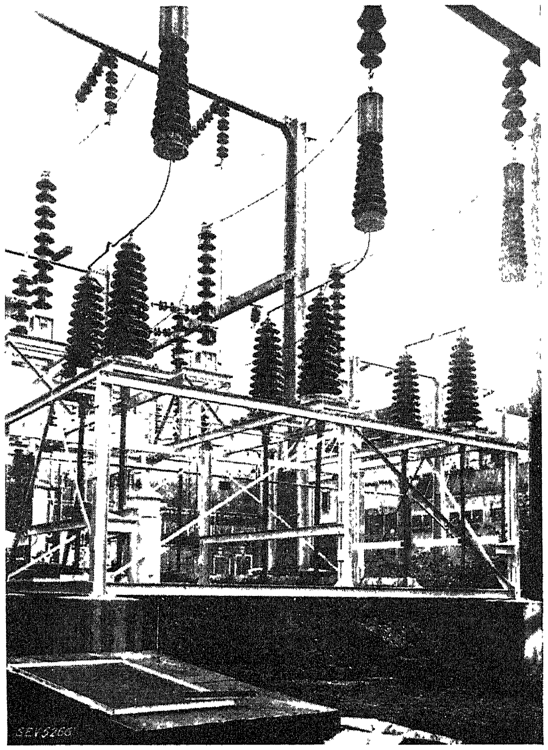


Fig. 16.
Câble d'essai 150 kV. Sous-station de Bottmingen.

IV. Canalisation d'essai triphasée, 150 kV, installée à la centrale de Mühleberg des Forces motrices bernoises.

Cette canalisation est formée de trois câbles d'une longueur de 300 m chacun, ayant les caractéristiques suivantes [4]:

Conducteur	150 mm², diamètre	20 mm
Isolant	épaisseur	13 mm
Plomb	»	2,5 mm

(Le plomb est fretté de deux rubans de cuivre recouverts de jute asphalté.)

Gradient maximum . . . . 10,5 kV/mm

Trois jonctions, dont deux à cloison et une simple, furent montées sur ces câbles, ainsi que le montre la fig. 17.

Comme nous l'avons dit dans notre premier article, les jonctions à cloison permettent d'établir ou d'interrompre à volonté, par la manœuvre d'un robinet, la communication de l'huile d'un tronçon de câble à l'autre. Elles possèdent les tubulures nécessaires à l'évacuation du gaz, à l'introduction de l'huile et au couplage éventuel avec un réservoir de compensation. Malgré les dimensions très réduites de ces jonctions, leur sécurité est encore supérieure à celle du câble.

Avant d'être mis en service, les câbles furent essayés pendant une heure à une tension continue de 348 kV correspondant à un gradient maximum de 41,5 kV/mm. L'angle de pertes fut mesuré de 30 kV à 150 kV. Voici, à titre d'exemple, les résultats obtenus sur l'un de ces câbles:

Tension entre Cu et Pb (kV)	31	62	93	121	152
Gradient max. kV/mm . .	4,2	7,4	11,2	14,5	18,3
$tg \cdot \delta \cdot 10^{-4}$	29	29	30	30	31

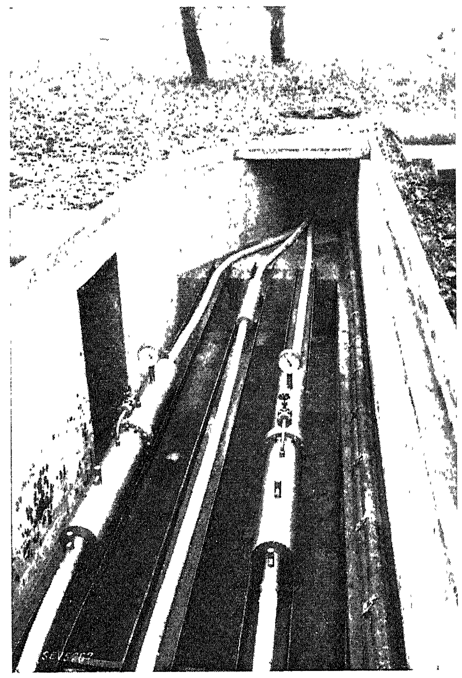


Fig. 17.
Jonctions à cloison et jonction simple.

V. Canalisation triphasée, 70 kV, installée à la centrale de Hauterive des Entreprises électriques fribourgeoises.

Cette canalisation comprend quatre câbles, dont un de réserve, de 160 m chacun. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes:

Conducteur	95 mm², diamètre	15 mm
Isolant	épaisseur	6 mm
Plomb	»	2,5 mm

(Le plomb est fretté de deux rubans de cuivre recouverts de jute asphalté.)

Gradient maximum . . . . 9,2 kV/mm

Les valeurs mesurées pour l'angle de pertes de ces câbles, de 18 kV jusqu'à 60 kV, entre cuivre et plomb, ont montré, comme dans les cas précédents, l'excellence de ces câbles, mis sous tension en novembre 1934.

En conclusion, les câbles imprégnés après pose ont d'intéressantes propriétés électriques; ils se fabriquent et s'installent très facilement et peuvent, dès leur mise sous plomb jusqu'aux préparatifs pour l'imprégnation, être soumis à de sévères épreuves de pression permettant de contrôler les propriétés mécaniques de la gaîne de plomb, propriétés qui jouent un rôle très important dans le fonctionnement de tous les câbles électriques et des câbles à huile spécialement.

[4]) Un échantillon de ce câble est représenté sur la fig. 12 parue dans l'article précédent, voir Bull. ASE 1935, p. 450.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Piscines à chauffage électrique.

Les Quatre Piscines du Stade «Mussolini» à Turin.

621.364.9 : 725.74

L'électricité est appelé à jouer un rôle important dans les piscines, non seulement pour l'éclairage, mais aussi pour le chauffage de l'eau et sa purification, le chauffage des locaux et leur ventilation.

Un bel exemple d'électrification est donné par les quatre piscines du stade de Turin. Il est doté d'une piscine couverte de 2000 m³ et de trois à ciel ouvert pour enfants représentant une capacité de 3400 m³.

Trois chaudières électriques sont installées pour le chauffage général de l'eau et de l'air. Pour l'eau du bassin, la vapeur des chaudières circule dans deux réchauffeurs d'eau à contre courant; l'un de ces réchauffeurs peut à lui seul réchauffer en douze heures un volume d'eau correspondant à la contenance de la piscine, l'autre suffit pour contrebalancer les pertes et pour élever à la température convenable l'eau de renouvellement. La température des piscines est maintenue à 23° C.

Pour les douches l'eau est fournie à 90° par deux réservoirs à accumulation où circule dans des serpentins la vapeur produite par les chaudières.

Le chauffage de la salle est combiné avec sa ventilation. Des ventilateurs aspirent l'air frais de l'extérieur, le filtrent, le réchauffent, puis l'insufflent dans la salle. Les batteries se composent d'une série de tubes à ailettes en cuivre; c'est par une circulation de vapeur fournie par les chaudières qu'elles sont portées à la température convenable.

Des pompes, d'un débit de 180 m³/h, aspirent le liquide dans le fond du bassin, le refoulent vers un premier système de filtres qui éliminent les grosses impuretés, ensuite l'envoient dans les grands filtres d'où il sort purifié. Dans l'eau de circulation on injecte des quantités mesurées d'ammoniac et de chlore à l'état gazeux, après ce traitement l'eau stérilisée reçoit une injection d'air de machines à air comprimé. Un ensemble d'appareils automatiques contrôle, étape par étape, ces opérations diverses d'épuration. Le cycle complet dure 10 heures.

Le tableau I résume les caractéristiques de cette installation et donne quelques chiffres sur un certain nombre d'équipements de piscines. — (M. Brunetti, BIP janv. 1936.) *P. M.*

Tableau I.

Genre et lieu d'installation de la piscine	Bassin: dimensions $L \times l \times p_{max}$ m	Bassin: Capacité m³	Chauffage de l'eau: du bassin chaudières kW	Chauffage de l'eau: des douches chauffe-eau m³	Chauffage de l'eau: des douches chauffe-eau kW	Chauffage des locaux	Circulation de l'eau par pompe électrique de kW	Stérilisation
Couverte — Saint-Etienne.	18 × 5 × 2	130	100 [5])	0,8	10	par la chaudière	—	—
Couverte — Watford . .	30,5 × 12,5 × 2,4	760	495	—	—	par les chaudières à accumulation	13	—
Couverte — Wembley-Park	60 × 25 × 4,8	2200	1750 [1])	9	60	par débit des chaud. sur batt. accumulat. de 165 m³	40	—
Ciel ouvert — Purley Way.	60 × 26	3000	750 [2])	—	—	—	26	Appareils à ozone
Stade Mussolini — Turin une couverte . . . . trois en plein air . .	33,3 × 22 × 5	5400	2000 [3])	3,5	[4])	par 2 aérothermes ventilateurs 18 kW batterie chauffée par vapeur fournie par les chaudières	33	Appareils de dosage de chlore et ammoniaque et injection d'air

[1]) Deux chaudières de 875 kW sous 415 V.
[2]) Une chaudière à électrodes sous 6600 V.
[3]) Trois chaudières à électrodes; 6 kg/cm², $1,7 \cdot 10^6$ calories par heure,
et un accumulateur, alimenté la nuit, capable de fournir 6000 kg de vapeur sous 1,5 kg/cm².
[4]) Réservoir chauffé par serpentin où circule la vapeur des chaudières.
[5]) Chaudière à circulation comprenant 10 éléments chauffants de 10 kW sous 190 V.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Hochfrequenztagung des SEV

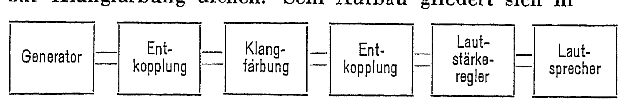
siehe Seite 224.

Das Trautonium.

681.89 : 621.396.9

Vor mehreren Jahren hat *F. Trautwein* ein einstimmiges elektrisches Musikinstrument entwickelt, das sog. «Trautonium»[1]). Wie das bekannte *Theremin*sche «Ätherwellen»-Instrument[2]) und das *Emicon*[3]) ist es nun im Handel erhältlich, und zwar geschaltet nach Fig. 1 und mit dem Aussehen Fig. 2.

Im Prinzip besteht das Trautonium aus einem Kippschwinggenerator (Fig. 1 links) in Verbindung mit einigen eisenhaltigen Formant-Schwingkreisen (*a*, *b*, *c*, Fig. 1), die zur Klangfärbung dienen. Sein Aufbau gliedert sich in



Der Anodenkondensator $C = C_1 + C_2$ entlädt sich in periodischer Wiederholung immer dann über die gasgefüllte gittergesteuerte Kippschwingröhre *RK* (Glimmröhre), wenn

[1]) F. Trautwein, Elektrische Musik, Bd. 1 der Veröffentlichungen der Rundfunkversuchsstelle, Berlin 1930.
[2]) A. N. Goldsmith, Gen. Electr. Rev., Bd. 33 (1930), S. 77.
[3]) Electronics, Nov. 1932, S. 352.

er sich über den Ladewiderstand R_L auf ihre Zündspannung aufgeladen hat. Die Röhre *RK* arbeitet also in Blinkschaltung (Fig. 1) und erzeugt dadurch zunächst ein Klangspektrum von der Form $A \cdot (\sin \omega t + \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \cdots)$. Im Gitterkreis liegt der Widerstand $R_m + R_v$, dessen Grösse die Gittervorspannung und damit die Kippfrequenz, d. h. die Höhe der Grundfrequenz ω bestimmt. Der Manualwiderstand R_m ist als eine mit Widerstandsdraht umsponnene Saite

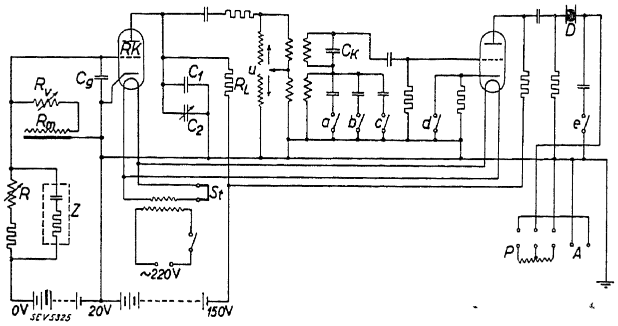


Fig. 1.
Schaltschema eines Trautoniums.

ausgeführt und über einer einpolig an die Kathode angeschlossenen Metallschiene ausgespannt. Drückt der Trautoniumspieler die Saite an einer Stelle auf die Metallschiene, so schliesst er damit den links davon liegenden Teil der Saite kurz; er hat die Gittervorspannung und damit die Tonhöhe gewählt. Der erzeugte Ton liegt um so höher, je weiter rechts die Saite niedergedrückt wird. Es ertönt aber immer nur ein einziger, und zwar der höchste der vom Spieler angeschlagenen Töne; das Instrument ist einstimmig. Einige verschiebbare Hilfstasten (Fig. 2, 8) erleichtern die Orientierung. Die Lautstärkeregelung erfolgt durch veränderten Fingerdruck und zusätzlich mit Hilfe eines Pedals (Fig. 1, *P*).

In Fig. 2 ist *1* der Hauptschalter und *2, 3, 4* sind Drehwiderstände und Drehkondensatoren, die mit einem Handgriff schnelle Stimmverschiebungen bis zu zwei Oktaven

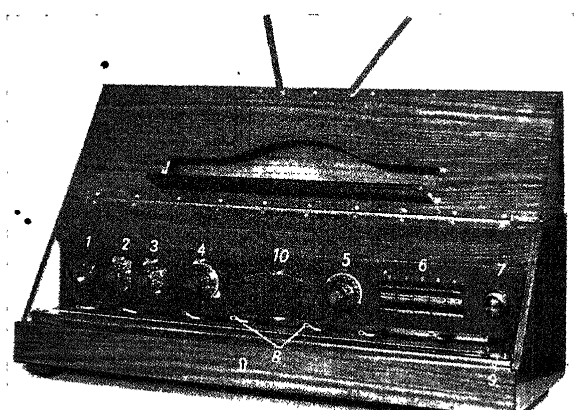


Fig. 2.
Vorderansicht eines Trautoniums.
1 Hauptschalter.
2, 3, 4 Widerstände und Kondensatoren.
5, 6, 7 Klangfärbemittel.
8 Hilfstasten.
9 Seitenspanner mit Dämpfungspolster.
10 Schiebehebel für Hilfstasten.

selbst während des Spieles auszuführen gestatten; *9* ist ein Gummipolster zur Saitendämpfung und *10* ein Hebel für geringe Verschiebungen des Hilfstastensystems *8* über der Saite. Neuartig und beachtenswert sind aber an solchen elektrischen Musikinstrumenten besonders die verschiedenen Klangfarben, die dem Spieler wahlweise zur Verfügung stehen, und die am Trautonium über die Schalter *5, 6* und *7* durch Beimischung von Formanten erzielt werden können.

Die Formantschwingkreise bestehen aus kapazitiv belasteten Transformator-Sekundärseiten (Fig. 1, C_K, *a, b, c*). Ihre Erregung erfolgt durch das Klangspektrum des Kippschwinggenerators. Die Formantschwingungen dürfen jedoch auf den Generator nicht zurückwirken, da sonst durch vorzeitige oder verspätete Zündung ein instabiles «Mitnehmen» des Generators auftreten kann, was zu einem heulenden Ton führt (entsprechend dem «Wolfston» der Streichinstrumente). Die deshalb nötige Entkopplung lässt sich dadurch realisieren, dass in die Kopplungsleitung zwischen dem Kippschwingkreis $[(C_1 + C_2), R_L]$ und dem Formantkreis eine Kapazität und ein hochohmiger Widerstand geeigneter Grösse hintereinander geschaltet werden (Fig. 1 oben, nicht bezeichnet). *Ü* ist eine Ueberblendungseinrichtung für die Formanten. Fig. 3 zeigt eine Trautoniumfrequenzkurve bei separater Beimischung je eines bestimmten Formanten (Kurven *a* und *b*) und bei gleichzeitiger Einschaltung beider Formanten (*c*).

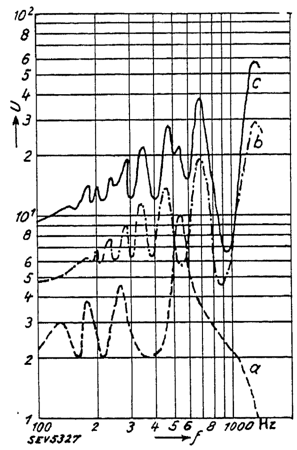


Fig. 3.
Trautoniumfrequenzkurven.
a und *b*: Bei Einschaltung je eines bestimmten Formanten.
c: Bei Einschaltung beider Formanten.

Vor dem Gitter der Kippschwingröhre *RK* sorgt der Kondensator C_g dafür, dass Frequenzänderungen nie stossweise, sondern nur als schnelles Gleiten der Frequenz auftreten, was besonders zur Vermeidung von Knackgeräuschen nötig ist. Ferner liegt zur Vermeidung von Knackgeräuschen unter der Manualschiene ein druckabhängiger Widerstand *D* (Fig. 1 rechts). Die Manualschiene ist federnd gelagert und bewirkt beim Niederdrücken durch den spielenden Finger ein allmähliches Kurzschliessen dieses Druckwiderstandes *D*, der den Trautonium-Ausgang während dem Einschaltvorgang noch sperrt und erst nachher zur Schwingungsabgabe an den Lautsprecher freigibt. (— P. Kotowski u. W. Germann, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 11 [1934], H. 11, S. 389; W. Germann, Telefunkenztg., Nr. 64, S. 46, 1933.) *H. B.*

Die Hörsamkeit von Konzert- und Rundspruchsälen.

534.84

Einerseits soll die Hörsamkeit des Senderaumes auf den von den Darbietenden gewünschten günstigsten Wert eingestellt werden; anderseits muss insbesondere die Dämpfung des Raumes so gross sein, dass beim Abhören mit dem Mikrophon kein störendes Hallen auftritt. Anfänglich konnten beide Forderungen nicht gleichzeitig erfüllt werden, und die Dämpfung musste viel grösser sein, als es den vortragenden Künstlern angenehm war. Die Schluckzahl der Wandbekleidung stieg mit der Frequenz; der Senderaum war nur für die höheren Frequenzen gedämpft und zeigte einen dumpfen Klangcharakter. Es wurde deshalb untersucht, ob nicht durch entsprechende Dämpfung der tieferen Frequenzen beiden Forderungen zugleich zu genügen wäre.

Welch grossen Einfluss die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung auf die Hörsamkeit eines Raumes hat, zeigte sich beim Sender Budapest, als der Hof des Sendegebäudes behelfsmässig als «Aufnahmeraum» Verwendung fand. Er hallte zwar zu stark, wies aber doch eine ganz bedeutend schönere

und natürlichere Klangfarbe auf als der eigentliche Senderaum, was darauf zurückzuführen ist, dass der geringe Anstieg der Schluckzahl der Hofwände mit steigender Frequenz durch die entgegengesetzte Frequenzabhängigkeit der Fenster [1]) kompensiert wird, während der freie Himmel natürlich keinen Frequenzgang hat. In der Tat ändert sich die Nachhallzeit in diesem Hof im Frequenzintervall 50 bis 5000 Hz nur von 1,6 bis 1,3, d. h. um 20 %, was sehr gering ist im Verhältnis zu älteren Studios, wo die Nachhallzeit im gleichen Frequenzintervall beispielsweise von 1 auf 0,3 s abfiel (70 %). Gute, natürliche Hörsamkeit des Senderaumes setzt also zunächst einmal eine frequenzunabhängige Nachhallzeit voraus.

Zur Realisierung der frequenzunabhängigen Nachhallzeit bewährt sich auf Holzrahmen gespannter, appretierter Zeltstoff, auf dessen rückwärtiger Seite eine Watteschicht die Resonanzschwingungen abbremst [2]). Durch geeignete Wahl des Gewichtes, der Stärke der Appretur, der Glätte und Porosität des Zeltstoffes kann sein Frequenzgang so beeinflusst

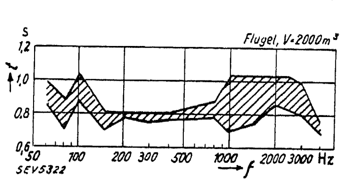


Fig. 1.
Die beiden dargestellten Kurven entsprechen, bei d. günstigsten Frequenzabhängigkeit, den beiden Einstellungen, für die der Raum bereits etwas zu hallend, bzw. zu stark gedämpft erscheint.

werden, dass die Schluckzahl mit wachsender Frequenz in erwünschtem Masse kleiner wird. Stark frequenzabhängige Absorptionsstoffe wirken aber ungünstig, da sie nicht nur die Nachhallzeit regulieren, sondern gleichzeitig eine Klangfarbenverzerrung verursachen.

Als weiterer wesentlicher Faktor für die gute Hörsamkeit eines Raumes kommt die Nachhalldauer hinzu. Es ist dies definitionsgemäss (nach Sabine) die Zeit, während der die Schallenergie im Raum nach dem Ausschalten der Schallquelle auf den millionsten Teil abfällt. Sie wird mit einer automatischen Anordnung gemessen, die beim Abschalten der Schallquelle eine Uhr betätigt und diese so lange laufen lässt, bis ein gewisser Druckabfall eingetreten ist. Durch wiederholte Messung für verschiedene Grössen des Schalldruckabfalles lässt sich der gesamte Schalldruckabfall im Raume punktweise aufnehmen, woraus dann die Nachhallzeit folgt [3]).

Die Ermittlung der günstigsten Nachhallzeit erfordert psychologisch einwandfreie Beobachtungen, die nur dann zu erhalten sind, wenn der Beobachter die zu beobachtenden Erscheinungen gut kennt und sie von nebensächlichen Erscheinungen trennen kann. Aendert man nämlich die Raumdämpfung in kleinen Schritten von einem Extremfall aus immer in gleicher Richtung, so ergeben sich meist «Zieherscheinungen», bei denen der günstigste Wert oft sehr stark überschritten wird, was dann dem Beobachter plötzlich bei einer ganz kleinen weiteren Veränderung der Nachhallzeit im gleichen Sinne zum Bewusstsein kommt. Man muss deshalb die günstigste Nachhallzeit durch Sprünge über sie selbst hinweg von beiden Seiten her sukzessive einschliessen. Das Resultat einer solchen Messreihe zeigt Fig. 1, wobei in einem 2000 m³-Raum auf einem Flügel gespielt wurde; die Mittelwerte des schraffierten Streifens ergeben die günstigste Nachhallzeit, die hier etwa 0,8 s beträgt. Dieser Wert ist aber nicht auf den Flügel beschränkt oder auf sonstige Solo-

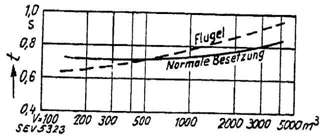


Fig. 2.
Die Abhängigkeit der günstigsten frequenzunabhängigen Nachhallzeit vom Raumvolumen.

darbietungen, sondern er gilt allgemein für 2000 m³-Räume (vernünftiger Form) mit frequenzabgeglichener, d. h. frequenzunabhängiger Nachhallzeit, auch für kleines und normales Orchester, mit oder ohne Chor usw. Selbst für verschiedenartige Darbietungen bleibt dies im frequenzunabhängigen 2000 m³-Raum die günstigste Nachhallzeit, gleichgültig, ob es sich um ein bewegtes *Mozart*sches Stück oder um *Wagner* handelt; denn im frequenzunabhängigen Raum mit günstigster Nachhallzeit löst sich an den «forte»-Stellen das Schallbild von der Schallquelle los, so dass besonders die hohen Töne in der Luft gleichsam «herumschwirren». Diese musikästhetisch als schön empfundene Erscheinung unterstreicht den Kontakt zwischen «piano»- und «forte»-Stellen und bringt die Feinheiten des Spieles mehr zum Vorschein, was selbst bei Wagnerschen Stücken der durch grössere Nachhalldauer erzielbaren Wuchtigkeit unbedingt vorzuziehen ist, da durch grössere Nachhallzeit die Feinheiten des Spieles verlorengehen.

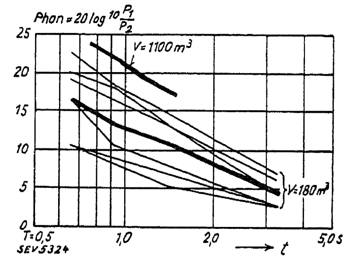


Fig 3.
Die einem gegebenen Schallstärkenabfall entsprechende günstigste Nachhallzeitzunahme, mit der eine etwas zu geringe Schallstärke in einem grossen Raume bis zu einem gewissen Grade kompensiert werden kann. Kurven von 6 Beobachtern; mittlere Kurve stark ausgezogen.

Die Messungen wurden in verschieden grossen Räumen ausgeführt, und in Fig. 2 ist die günstigste Nachhallzeit als Funktion der Raumgrösse aufgetragen. Fig. 3 enthält Zahlenangaben über die günstigste Nachhallzeitzunahme, mit der eine zu geringe Schallstärke in einem grossen Raume bis zu einem gewissen Grade kompensiert werden kann. — (Georg v. Békésy, Elektr. Nachr.-Technik Bd. 11 [1934], H. 11, S. 369.)

H. B.

[1]) E. Meyer, Glastechnische Ber., Bd. 10 (1931), H. 4, S. 200.
[2]) G. v. Békésy, Ann. d. Physik, 5. Folge, Bd. 19 (1934), S. 674.
[3]) E. Meyer, Z. Techn. Physik, Bd. 11 (1930), S. 252.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 mars 1936.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen.*

Marque de fabrique:

Interrupteurs à tirage pour montage à la paroi et au plafond, 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique et cape en résine artificielle moulée brune resp. crème (c).

No. 8053 UZ, ...c: inverseur unipolaire, schéma III

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique, plaque protectrice en verre, résine artificielle moulée ou métal.

No. 7153 UZ: inverseur unipolaire, schéma III

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6		0,5		1,9		1,8		373,8			245	401	— 47	— 63	108,5	
Avril	355,6		0,2		1,9		—		357,7			251		+ 6		104,4	
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Février	**1771,5**	**1957,1**	7,9	6,2	12,3	16,0	11,8	2,5	**1803,5**	**1981,8**	+ 9,9					460,9	580,5

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																Différence par rapport à l'année précédente[5])
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9 (2,6)	18,6 (3,4)	17,4 (17,4)	35,1 (35,1)	21,5	21,3	48,0 (2,7)	47,3 (0,9)	228,6	229,9	251,3 (22,7)	269,3 (39,4)	+ 7,2
Mars	106,5		44,8		16,6		23,5		22,0		51,9		234,0		265,3		
Avril	95,6		44,4		20,1		23,1		17,7		52,4		214,8		253,3		
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Février	562,6	562,7	241,2	224,1	88,0 (18,7)	93,6 (22,6)	75,8 (75,8)	156,8 (156,8)	115,4	112,8	259,6 (17,5)	251,3 (9,0)	**1230,6**	**1212,9**	**1342,6** (112,0)	**1401,3** (188,4)	+ 4,4 (+ 68,2)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

[2]) Chaudières à électrodes.

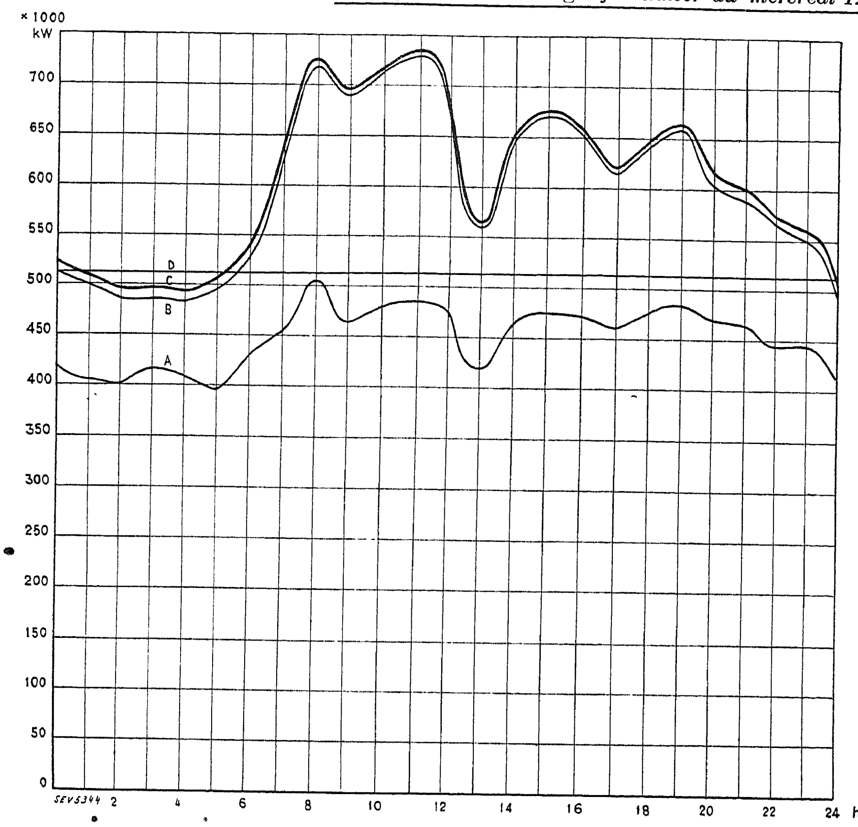
[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

[6]) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 12 février 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	512
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1167

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

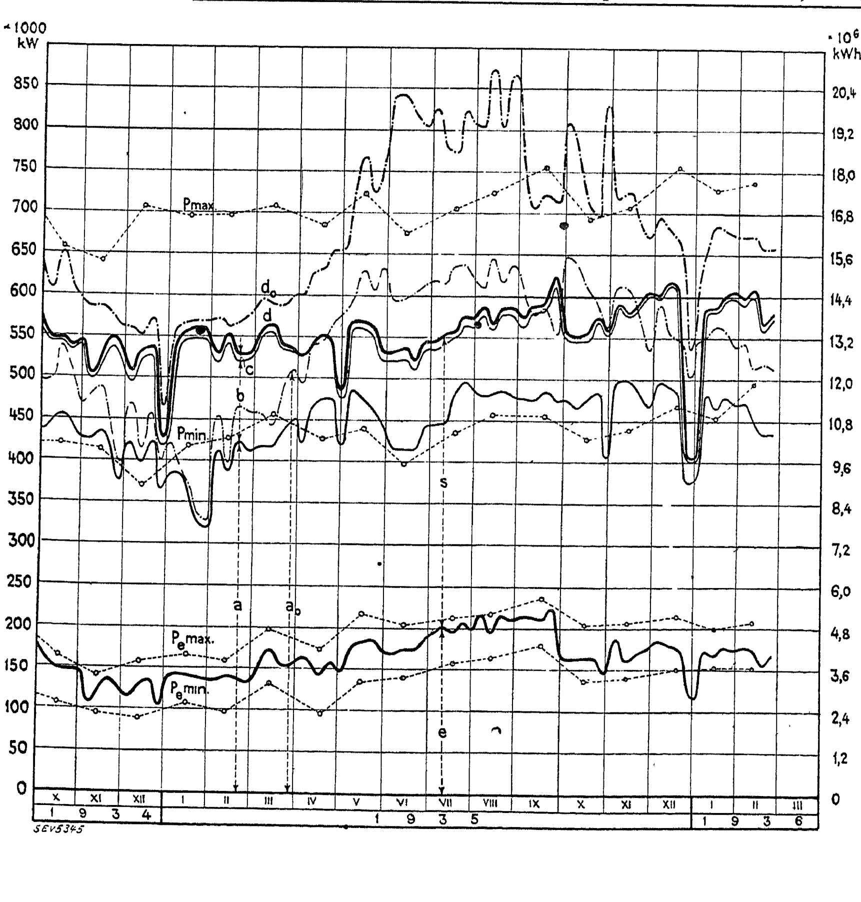
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	10,8
Usines à accumulation saisonnière	3,6
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 12 février 1936	14,0
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 12 février 1936	14,6
Production, samedi le 15 février 1936	12,8
Production, dimanche le 16 février 1936	9,4

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, octobre 1934 à février 1936.



Légende:

1. *Production possible:* (selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

A partir du 1er avril 1936.

Busovis S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Binningen* près Bâle.

Marque de fabrique: STAG

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune ou crème.

No. 1936	BK:	interrupteur ordin. unipol., schéma	0
» 1936/I	BK:	interrupteur à grad. unipol., »	I
» 1936/III	BK:	inverseur unipol., »	III
» 1936/P	BK:	interr. de croisement unipol., »	VI

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «Antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant.

A partir du 1er avril 1936.

S. A. des produits électrotechniques Siemens, Dépt. Siemens-Schuckert, Zurich (Repr. de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique: PROTOS

Aspirateur de poussière «Protos-Junior» V. St. 172 A, 150 W, 220 V.
Aspirateur de poussière «Protos-Rapid» (V. St. 90), 130 W, 220 V.

Résiliation du droit à la marque de qualité de l'ASE.

La firme

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin,

représentée par

AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich,

renonce au droit à la marque de qualité de l'ASE pour les

têtes à vis, filetage E 27, Pl. No. 285122

La firme ci-dessus n'a par conséquent plus le droit de mettre en vente, munies de la marque de qualité de l'ASE, les têtes à vis portant la

Marque de fabrique:

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Assemblée de discussion de l'ASE.

Nous rappelons encore une fois l'assemblée de discussion de l'ASE du

Samedi, 18 avril 1936, 9 h 45,

à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, Auditoire I. Thème:

Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?

Au début de l'assemblée, proclamation du résultat du *second concours de la Fondation Denzler*, sur les questions de mise à la terre.

Nous attendons des membres de notre Association qu'ils participent nombreux et activement à cette assemblée. Les hôtes seront les bienvenus.

Pour le programme détaillé, voir au dernier numéro, page 208.

Commission des normes de l'ASE et de l'UCS.

Dans sa 98e séance, les 24 et 25 mars 1936, la commission des normes de l'ASE et de l'UCS a traité les points suivants:

1° Extension des normes pour coupe-circuit aux coupe-circuit à fusible pour plus de 60 A jusqu'à 200 A.

2° Prescriptions pour conducteurs isolés pour installations à tension peu élevée.

3° Normalisation des exécutions spéciales dérivées des prises de courant 6 A, 250 V, et 15 A, 500 V.

4° Normalisation d'une prise de courant 380 V, 10 A, 2 P, 2 P + T et 3 P + T.

5° Examen des propositions de modification faites par les fabricants, les grossistes et les commerçants d'appareils de radio, à propos des normes de l'ASE pour transformateurs de faible puissance, quant à leur application aux transformateurs destinés au montage dans des appareils de radio. On décida de ne pas soumettre ces transformateurs aux normes en question; par contre, il est prévu de faire entrer des dispositions correspondantes dans les «conditions techniques pour appareils de radio» en préparation.

6° Examen, avec les fabricants, des observations reçues lors de la mise à l'enquête publique du projet de «conditions techniques pour interrupteurs de protection pour moteurs», au Bulletin ASE 1936, No. 2.

7° Examen, avec les fabricants, des observations reçues à la suite de la mise à l'enquête publique du projet de «normes pour condensateurs destinés aux télécommunications et au déparasitage», au Bulletin ASE 1936, No. 2.

8° Examen de quelques propositions de modifications et de quelques demandes de fabricants quant à l'interprétation de normes déjà en vigueur.

Les projets mentionnés sous 6° et 7° ont été mis au point, de sorte qu'ils peuvent être remis à la commission d'administration de l'UCS pour approbation et mise en vigueur.

Assemblée de discussion de l'ASE sur la haute fréquence.

Le *9 mai* prochain, l'ASE organise à *Yverdon*

une assemblée de discussion sur la haute fréquence.

Selon toute probabilité, le sujet sera traité par

Monsieur *E. Juillard*, professeur à Lausanne, et
Monsieur *Zickendraht*, professeur à Bâle.

En outre, il est prévu de visiter le poste émetteur national de Sottens.

Des renseignements plus détaillés suivront au prochain numéro.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 9 | Vendredi, 1^er Mai 1936

Perturbation de service dans la centrale de l'Albula.

Par *H. Leuch*, Zurich.

L'auteur expose la cause immédiate, la marche et les suites de l'irruption d'eau à la centrale de l'Albula, le 26 mars 1936.

Es werden die unmittelbare Ursache, die näheren Umstände und die Folgen des Wasserausbruches beim Albulawerk vom 26. März 1936 beschrieben.

Après un service de plusieurs années sans perturbations notables, une irruption d'eau s'est produite le 26 mars 1936, à 5 h, dans le bâtiment des appareils de la centrale de l'Albula, par suite de la rupture d'une tige de soupape à air. Les dégats occasionnés par l'eau le long de la pente se montent à plusieurs dizaines de mille francs. La cause primitive de cette perturbation n'a pas encore pu être déterminée exactement. On suppose que de fortes variations de pression ont été engendrées par une décharge trop brusque des conduites forcées de la centrale de l'Albula, lors de la mise en parallèle des alternateurs de la centrale du Wäggital, opération qui s'effectue régulièrement à cette heure-là. Le personnel de service s'en est bien aperçu, mais n'y a pas attaché une grande importance au début, car le bruit de la salle des machines empêchait de percevoir le bruit exceptionnel provoqué par l'écoulement de l'eau sur la pente opposée. Ce bruit était pourtant si fort, qu'il fut entendu à la colonie distante de 700 m. Il s'écoula ainsi plus d'une demi-heure entre le début de la perturbation dans l'amenée d'eau à la centrale de l'Albula et la fermeture des vannes d'amenée des deux conduites forcées. Les installations hydrauliques et les dispositifs de signalisation datent de 1907 à 1909. Ils ont été bien entretenus, mais jamais remplacés.



Fig. 1.
Erosions profondes de plusieurs mètres devant le bâtiment des appareils.

Du barrage de Nisellas (commune d'Alvaschein), une galerie de 7,3 km prévue pour un débit de 16 m³/s conduit l'eau sur le versant gauche de la vallée

jusqu'à la chambre de mise en charge et au bâtiment des appareils, à Sils (Domleschg). De là, deux conduites forcées amènent l'eau à la salle des machines située 130 m plus bas, sur la rive droite; ces conduites traversent l'Albula par un pont. Les variations de la pression ont sans doute provoqué le fonctionnement de la soupape à air de la conduite forcée de gauche, soupape logée dans le bâtiment des appareils. Cette soupape est d'un ancien modèle et fonctionne avec contrepoids, sans aucun amortissement. En service normal, le plateau circulaire de la soupape supporte une pression interne d'environ 4000 kg. Par suite d'un violent mouvement de la conduite forcée et arriva jusqu'à la conduite de distribution de la centrale. Par l'ouverture de la soupape, un jet d'eau de 50 cm de diamètre, sous environ 23 m de pression et d'un débit de 2,5 m^3/s inonda le bâtiment des appareils. Au-dessous de ce bâtiment se trouvent sur le même versant la route cantonale Sils-Solis-Tiefencastel et la voie du Chemin de Fer Rhétique. Cette route et cette voie franchissent par des ponts en pierre les deux conduites forcées de la centrale de l'Albula. L'eau remplit tout d'abord le bâtiment des appareils, dont la hauteur intérieure est de 7,5 m. Avant que le niveau de l'eau ait atteint le plafond, la porte s'ouvrit sous

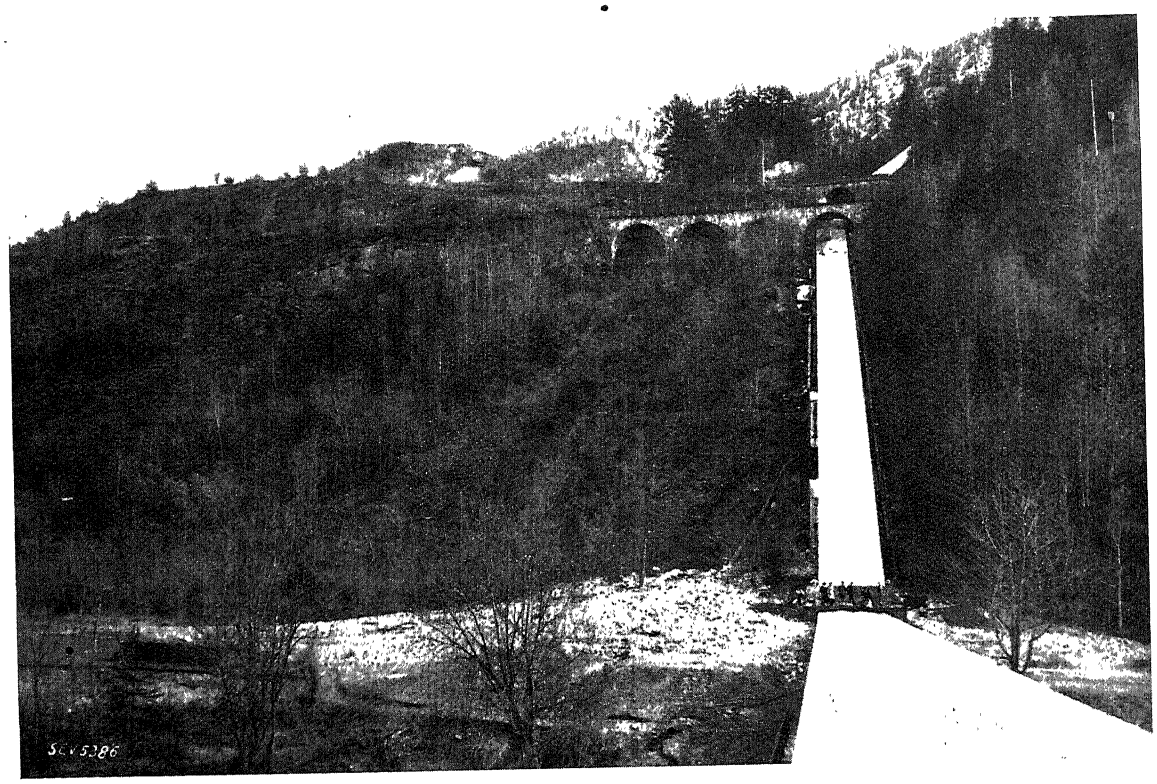


Fig. 2.
Partie inférieure des conduites forcées sous toit, vues depuis le pont par lequel les conduites franchissent l'Albula. En haut: route cantonale; en bas: voie du chemin de Fer Rhétique. Dépôts de déblais sur la rive gauche de l'Albula.

de fermeture, l'unique tige à laquelle le plateau est fixé se rompit, à l'endroit où se trouve un redan de 5 mm de large usiné à angle droit et servant de siège au plateau. Cette tige en acier présente un diamètre de 26/36 mm. Une partie de la surface de rupture est ancienne. Un affaiblissement a donc déjà dû se produire à cet endroit avant la rupture complète, par suite de contraintes précédentes trop fortes ou de tensions internes. Trois jours avant la rupture complète de la tige, la puissance de la centrale de l'Albula avait été abaissée subitement de $^6/_{10}$ de la charge normale à zéro, du fait d'un court-circuit sur le réseau. La soupape à air avait probablement fonctionné et la tige avait subi une forte contrainte sans toutefois se briser entièrement.

Après la rupture de la tige, survenue le 26 mars à 5 h, le plateau de la soupape tomba à l'intérieur la poussée de l'eau, qui se précipita le long de la pente en suivant en partie le tracé pavé des conduites forcées, où ces 5000 m^3 causèrent de graves dégâts. Le gravier qui provient en partie de la construction de la galerie et est entreposé devant le bâtiment des appareils (fig. 1), fut entraîné par l'eau et s'accumula sur la route cantonale et sur le petit replat de la rive gauche de l'Albula (fig. 2). Ce sont les bords du tracé des conduites forcées qui ont subi les plus grands dommages (fig. 3), ainsi que les câbles à haute tension de la centrale de Heidsee, qui longent en partie ce tracé et qui furent détériorés. Après la fermeture des vannes des deux conduites forcées, commandées électriquement à distance depuis le bâtiment des machines, ce câble-pilote fut également endommagé.



Fig. 3.
Erosions dans le tracé des conduites forcées. Conduite de vidange avariée.

des conduites forcées (fig. 2, endroit d'où la photographie a été prise) et ne passa donc pas près du bâtiment des machines. Les avaries principales sont celles du câble de la centrale de Heidsee et du tracé de la conduite forcée. Grâce à la fourniture d'énergie par d'autres centrales, l'alimentation du réseau de la Ville de Zurich a pu se poursuivre sans perturbation notable.

Cet accident montre à nouveau que malgré les organes de sûreté des conduites forcées, l'eau peut provoquer de graves avaries. Dans le cas en question, la masse d'eau correspondait à la capacité d'une des quatre turbines raccordées à cette conduite forcée. Le dispositif de fermeture automatique existant ne devait pas fonctionner, car la quantité d'eau était sensiblement inférieure à celle qui traverse les turbines à pleine charge. Ce danger existe d'ailleurs pour d'autres centrales hydroélectriques.

Les ouvrages d'art du Chemin de Fer Rhétique n'ont subi aucun dégât et la route cantonale n'a été que recouverte de déblais et de boue. L'eau a heureusement atteint le lit de l'Albula près du pont

Elektroecbnische Notizen von einer Studienreise nach dem Osten der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von *H. Wüger*, Kilchberg.

621.31(73)

Der Autor machte im Herbst 1934 eine zweimonatige Studienreise in die USA. Dank der sorgfältigen Vorbereitung der Reise und der äusserst wohl ausgenützten Zeit ergab sich eine sehr schöne Ausbeute, so dass der Autor nachher in der Lage war, seinen Kollegen bei den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich, deren technischem Stab er angehört, in zwei Lichtbildervorträgen ausserordentlich viel Interessantes von seiner Reise zu vermitteln.

In diesem Aufsatz wird ein Teil des heimgebrachten Materials einem weiteren Kreis zugänglich gemacht. Es berichtet über Schaltanlagen, Kraftwerke, Maschinen und Apparate, Messgeräte, Relais und Zähler, Leitungen, Transformatorenstationen, Netzgestaltung, Anwendung der Elektrizität im Haushalt, Beleuchtung, Lift- und Krananlagen, Energiewirtschaft und Elektrizitätswerksbetrieb, Tarife und Nachrichtentechnik.

Der Artikel wird auf einige Nummern verteilt. (Red.)

L'auteur a fait, en automne 1934, un voyage d'études de deux mois aux Etats-Unis. Grâce à la préparation soigneuse du voyage et à l'utilisation rationnelle du temps, l'auteur a rapporté une riche moisson, ce qui lui a permis de transmettre, en deux conférences avec projections lumineuses extrêmement intéressantes, les impressions de voyage à ses collègues des Entreprises Electriques du Canton de Zurich, dont il fait partie du cadre technique.

L'article ci-après s'adresse à un cercle plus étendu. Il traite des sujets suivants: installations de couplage, usines, machines et appareils, instruments de mesure, relais et compteurs, lignes, stations de transformateurs, aménagement des réseaux, applications domestiques de l'électricité, éclairage, monte-charge, grues et ponts-roulants, économie électrique et exploitation, tarifs et communications.

L'article sera réparti sur plusieurs numéros. (Réd.)

I. Vorbemerkungen.

Mein Aufenthalt in den USA im Spätherbst 1934 dauerte nur etwa zwei Monate. In dieser kurzen Zeit kann man nicht alles gründlich kennenlernen. Meine Beschreibungen können daher keine zusammenhängende Darstellung geben. Es ist mir auch nicht möglich, allgemein gültige Urteile zu bilden. Auch können meine Schilderungen weder Anspruch auf Vollständigkeit machen noch wollen sie wissenschaftlich sein. Sie sollen lediglich eine Auswahl einiger mir interessant scheinender Einzelheiten geben, wobei es sehr wohl möglich ist, dass manches schon bekannt ist. Dabei beschränke ich mich absichtlich auf die Gebiete, die mit der Elektrizität

in Beziehung stehen. Zur Orientierung sei noch kurz die Reiseroute skizziert: Sie führte mich von New York über Washington, Pittsburgh, Chicago, Detroit, Cleveland, Buffalo, Niagara Falls, Toronto, Schenectady, Worcester, Boston und zurück nach New York und nochmals nach Philadelphia, Baltimore und Atlantic City.

II. Schaltanlagen.

Ganz allgemein fiel mir auf, dass nach sehr grosser Betriebssicherheit getrachtet wird, indem für fast alle Teile Reserve vorhanden ist. Man begnügt sich nicht mit zwei Sammelschienensystemen, sondern man baut zwei oder gar noch mehr vollständige Systeme mit Sammelschienen, Trennern, Schaltern usw. Fig. 1b und c zeigen zwei typische Schaltbilderausschnitte im Vergleich zu der in der Schweiz gebräuchlichen Ausführung (Fig. 1a).

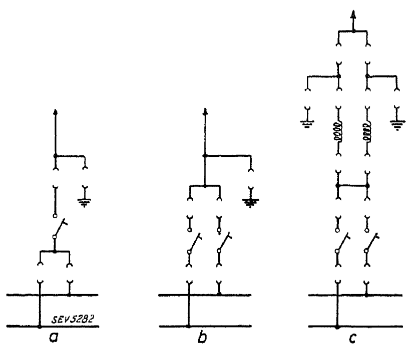


Fig. 1.
Prinzipschaltbilder für abgehende Linien.
a Uebliche Ausrüstung in der Schweiz.
b Minimale Ausrüstung in den USA.
c Uebliche Ausrüstung in New York.

Im Kraftwerk «East River» in New York hat man sogar eine sehr umfangreiche Prüfanlage eingebaut, die erlaubt, jeden beliebigen Anlageteil wahlweise der 60periodigen Spannungsprüfung, einer Hochfrequenzprüfung (in neuen Anlagen wird wahrscheinlich eine Stossanlage eingebaut) oder einer Sprungwellenprüfung zu unterziehen. Man teilte mir mit, dass solche festeingebaute Prüfeinrichtungen nun in allen grössern Kraftwerken zur Aufstellung kommen sollen. Fig. 2 zeigt das prinzipielle Schaltbild der Anordnung in «East River».

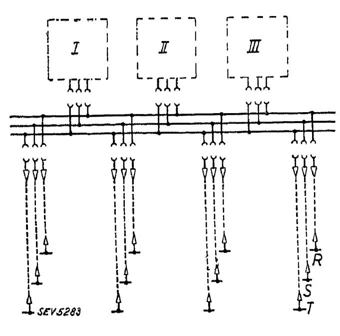


Fig. 2.
Prüfanlage im Kraftwerk East-River (New York).
I Hochspannungs-Prüfung (Normalfrequenz).
II Sprungwellen-Prüfung.
III Hochfrequenz-Prüfung.
R, S, T Klemmen der Phasen *R, S, T*.

Eine sehr wichtige Rolle spielen die Schutzmassnahmen in den Hochspannungs-Schaltanlagen. Man kann ruhig sagen, dass durch diese eigentlich der ganze Aufbau bedingt wird. Immerhin scheint die Entwicklung so zu gehen, dass man sich mehr und mehr den hiesigen Formen nähert. Die wichtigsten Prinzipien der typischen amerikanischen Anlagen sind:

a) Trennung der Phasen, damit die Gefahr von Kurzschlüssen verringert wird und
b) Verschalung aller Hochspannung führenden Teile.

Fig. 3 und 3a zeigen den Aufbau einer Anlage bei Buffalo, wo die Phasen zwar im gleichen Stockwerk, aber durch Zwischenwände streng getrennt sind.

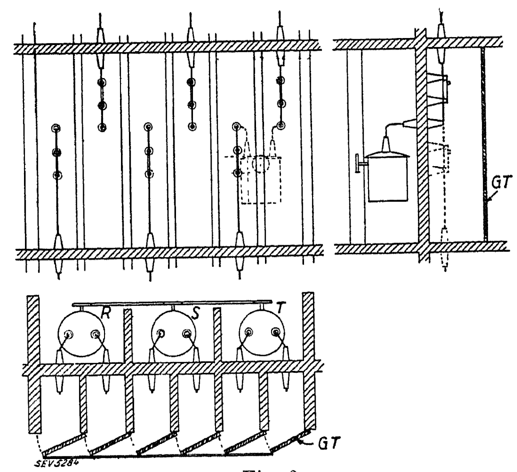


Fig. 3.
Unterwerk bei Buffalo (N Y).
Anordnung der 12-kV-Schaltanlage.
GT Gekuppelte Türen.

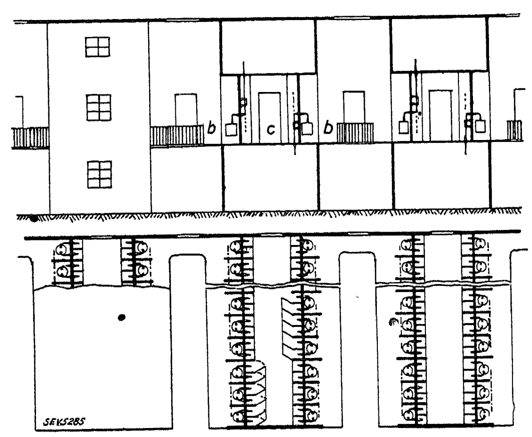


Fig. 3a.
Unterwerk bei Buffalo (N Y).
Aufteilung des Gebäudes der 12-kV-Schaltanlage.
b Balkonartige Galerie für Oelschalterkontrolle.
c Bedienungsgang für Trenner (verriegelte Türen).

Auffallend ist, dass in vielen Anlagen die Sammelschienen kabelartig isoliert sind. Fig. 4 gibt die Anordnung im Kraftwerk «Edgar Plant» in Boston wieder. Hier sind die Phasen noch strenger getrennt, indem für jede ein separates Stockwerk reserviert ist. An dieser Lösung ist besonders günstig, dass dann sämtliche Trenner- und Schalterantriebe ebenfalls auf einem besondern Stockwerk liegen und so ganz ausserhalb des Bereiches der Hochspannung kommen. Diese Anordnung ist in

sehr vielen Anlagen anzutreffen, unter anderm auch in «Hell Gate» und in «East River», beide in New York. Erwähnenswert ist noch, dass die Oelschalterkessel an ein im ganzen Gebäude vorhandenes Oelrauch-Leitungsnetz angeschlossen sind.

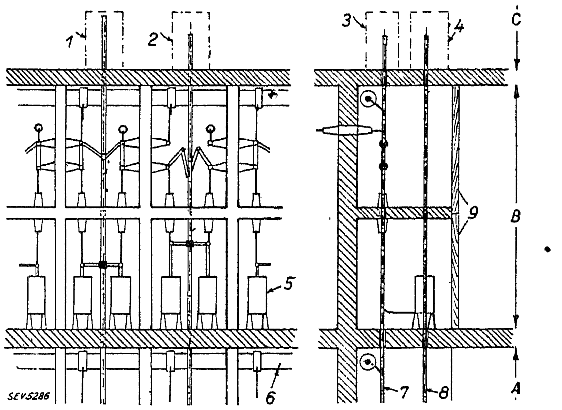


Fig. 4.
«Lincoln»-Kraftwerk der Boston-Elevated-Ry.
Anordnung der 13-kV-Schaltanlage.

1 Eingeschaltet.
2 Ausgeschaltet.
3 Trenner- } Antrieb
4 Schalter- } Antrieb
5 Topfschalter.
6 Isolierte Sammelschiene.
7 } Antriebsstange { Trenner.
8 } (Holzstab) für { Schalter.
A Stockwerk für Phase «S».
B Stockwerk für Phase «R».
C Stockwerk für Antriebe.

Ueberall, mit einer einzigen Ausnahme, sah ich, dass in die abgehenden Leitungen Strombegrenzungsdrosselspulen eingebaut sind. In der Regel besitzen dafür die Leistungsschalter eine verhältnismässig geringe Abschaltleistung.

Was den Schaltanlagen im übrigen ein prinzipiell anderes Gesicht gibt, sind die Verschalungen. Es gibt wohl wenige Anlagen, in denen man die Leiter und Isolatoren überhaupt sieht. Normalerweise ist alles hinter Türen versteckt. Das macht die Anlagen äusserst unübersichtlich und lässt am ehesten verstehen, warum Freiluftanlagen mit ihrer idealen Uebersichtlichkeit sich gerade in den USA

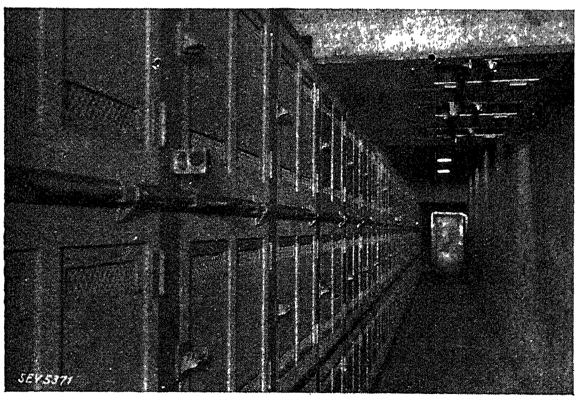


Fig. 5.
Blick in die 13,5-kV-Schaltanlage im Kraftwerk Safe Harbor.
Sammelschienengang.

so grosser Beliebtheit erfreuen. Wie es in solchen verschalten Schaltanlagen aussieht, und zwar in einer geradezu mustergültigen, zeigen Fig. 5 und 6, Bilder aus einer der modernsten Anlagen, nämlich dem Kraftwerk Safe Harbor am Susquehanna River. Alle Türen sind mit Yale-Schlössern verriegelt. Das Verriegelungssystem ist auf das äusserste entwickelt, was an folgendem Beispiel kurz erläutert sei.

Müssen die Kontakte eines Oelschalters revidiert werden, so übergibt der diensttuende Wärter im Kommandoraum dem beauftragten Monteur einen Schlüssel A, der jedoch nur einem Schloss entnommen werden kann, wenn der betreffende Oelschalter geöffnet ist. Der Monteur geht nun mit seinem Schlüssel A in die Schaltanlage und steckt ihn in dem betreffenden Schalterfeld in ein Verriegelungsschloss und dreht ihn. Jetzt kann er diesen nicht

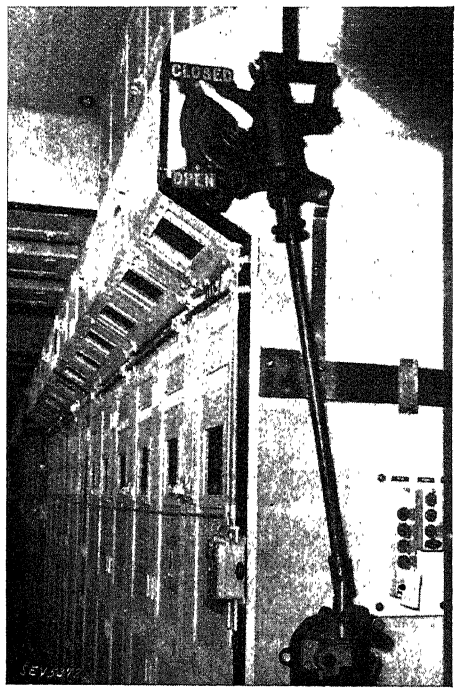


Fig. 6.
Blick in die 13,5-kV-Schaltanlage im Kraftwerk Safe Harbor.
Bedienungsgang für Trenner, rechts Yale-Schlösser.

mehr herausnehmen, erhält aber dafür zwei neue Schlüssel, B_1 und B_2, mit denen er die Antriebe der Trenner vor und hinter dem Oelschalter öffnen kann. Oeffnet er diese Trenner, so werden seine Schlüssel B blockiert. Er erhält aber an jedem Trenner einen andern Schlüssel (C_1 und C_2), mit denen er nun wieder zurück zum Schalter zu gehen hat. Erst wenn er diese *beiden* Schlüssel C_1 und C_2 in ein weiteres Schloss eingeführt hat, wird der Schlüssel D frei, mit dem die Verschalung zum Oelschalter geöffnet werden kann. Schliesslich dient der jetzt freiwerdende Schlüssel E zum Oeffnen des Antriebes für die Kübelablass-Vorrichtung. Beim Schliessen geht der Vorgang umgekehrt vor sich: Schlüssel E wird wieder frei, wenn der Kübel oben ist, D wird frei, wenn Schlüssel E steckt usw.

Auf diese Weise kann der ausführende Mann nie eine falsche Manipulation machen oder in einen

unter Spannung stehenden Anlageteil geraten. In der Anlage Safe Harbor sind mehrere Zehntausend solcher Schlösser vorhanden; man fragt sich dabei unwillkürlich, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass einmal ein solches Schloss versagt und damit die Sicherheit des ganzen, ingeniösen Systems in Frage stellt.

Zweck dieser umfangreichen Verriegelungen ist

1. Vermeidung oder doch Einschränkung von Unfällen,
2. Vermeidung von Schaltfehlern und dadurch erhöhte Betriebssicherheit,
3. Möglichkeit der Verwendung von ungeschultem Personal.

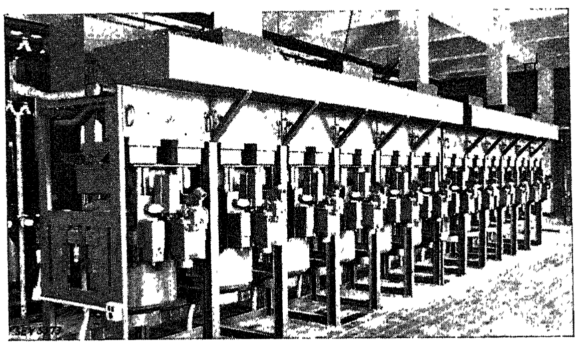


Fig. 7.
Gekapselte Schaltanlage (Toronto).

Die Kosten für ein solches Verriegelungssystem belaufen sich in einem grossen Werk auf mehrere Hunderttausend Dollar (Safe Harbor ca. 200 000 Dollar oder rund 1 % der Baukosten der Anlage). Ein Grossteil dieser Kosten wird aber von den Versicherungsgesellschaften übernommen oder durch Rabatte auf den Versicherungsprämien ausgeglichen.

In Toronto (Kanada) sah ich mehrere gekapselte Schaltanlagen für Spannungen bis ca. 15 kV nach englischem Vorbild. Auch hier ist alles weitgehend

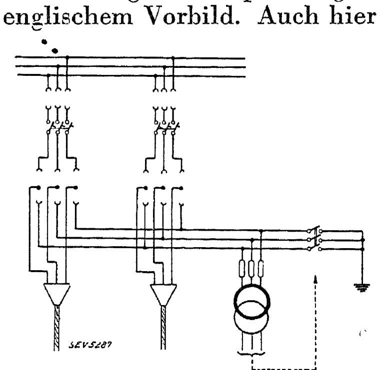


Fig. 8.
Schaltbild der Erdungseinrichtung im Kraftwerk «Lincoln» der Boston-Elevated Ry.

verriegelt, was aber bei diesem System weit weniger Schwierigkeiten macht (Fig. 7), da die Apparate nahe beisammen aufgebaut sind.

Eine originelle Schaltung haben die «Boston Elevated» in ihrem Dampfkraftwerk «Lincoln» entwickelt, um zu vermeiden, dass eine unter Spannung stehende Leitung versehentlich geerdet wird (Fig. 8). Die zu erdende Leitung wird mit einem Umtrenner auf eine Erdungsschiene geschaltet. Die «Erdung» selbst wird dann durch einen Oelschalter bewerkstelligt, der jedoch nur eingelegt werden kann, wenn die Schienen spannungslos sind (Spannungswandler zwischen Phase und Erde, an denen ein Verriegelungsrelais angeschlossen ist).

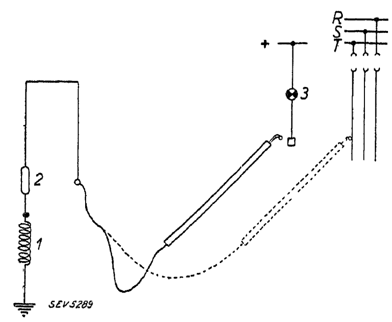


Fig. 9.
Unterwerke der New York Edison Company.
1 Strombegrenzungs-Drosselspule.
2 Sicherung mit Alarmpfeife. (Wenn berührter Anlageteil nicht spannungslos ist, schmilzt die Sicherung und die Pfeife ertönt.)
3 Prüflampe, zeigt an, dass der Kontrollstromkreis in Ordnung ist.

Einfacher und billiger ist die Einrichtung, die man in den Anlagen der New York Edison Comp. verwendet (Fig. 9). Bevor eine Leitung geerdet wird, hat der Wärter mit einer isolierten Prüfstange die zu erdenden Metallteile zu berühren. Ist die Leitung noch unter Spannung, so ertönt ein Pfeifensignal. Vor und nach jedem Gebrauch wird der Warnstromkreis kontrolliert durch Berühren eines Prüfkontaktes, wobei eine Kontrollampe aufleuchten muss.

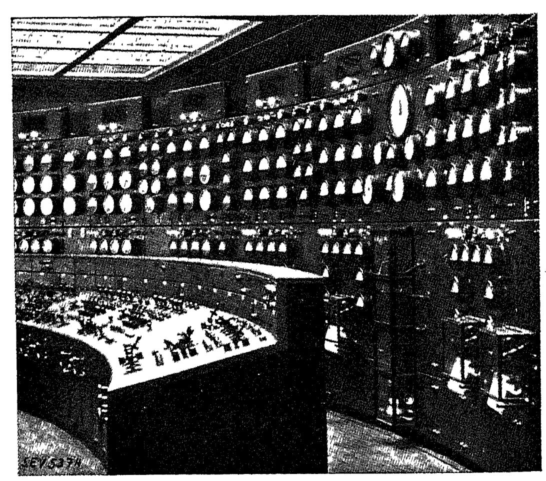


Fig. 10.
Ausschnitt aus der Schalttafel des Kraftwerkes Conowingo.

Als letztes über Schutzmassnahmen in Schaltanlagen seien die Vorschriften über Bekleidung erwähnt, die man in Boston (Edgar Plant) für die die Freiluftanlage bedienenden Wärter aufgestellt hat. Bei jeder Schalter- oder Trennerbedienung muss dieser folgende Kleidungsstücke anziehen:

1. Lederhut mit Asbest-Fütterung,
2. Lederjoppe, ebenfalls mit Asbest gefüttert,
3. Gummihandschuhe mit Lederüberzug.

So vorsichtig und fast ängstlich der Amerikaner Hochspannungsanlagen baut und teilweise auch betreibt, so unvorsichtig und unbekümmert benimmt

er sich gegenüber Niederspannungsanlagen. In diesen und auch in den Schaltwarten sind die Leitungen mit bis 440 V Wechselstrom für Eigenbedarf u. dgl. *blank* verlegt, und zwar auch an den Stellen, die ständig begangen werden und wo man für die Bedienung von Apparaten sehr oft hingreifen muss. Fig. 10 zeigt eine Bedienungsschalttafel, wo solche blanke Leitungen und Schalter (Messerschalter) installiert sind. Das Bild zeigt auch den Aufbau von Schalttafeln, wie er noch heute üblich ist. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die einzelnen Apparate und Relais, so unschön und unruhig sie auf der Schalttafel wirken, in der überwiegend grossen Zahl vorzügliche Eigenschaften besitzen.

Als Eigentümlichkeit sei noch ein Detail aus dem Unterwerk «Washington Ave» in Philadelphia erwähnt. Die Energie kommt an in 66 kV und wird

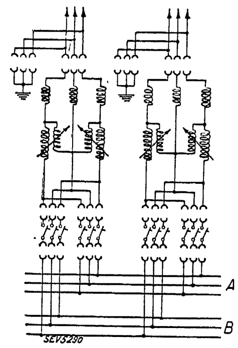


Fig. 11.
Unterwerk «Washington Ave» der Philadelphia Electric Comp.
Prinzipschaltbild der abgehenden Leitungen mit je 2 Induktions-Reglern.
Die beiden Spannungsregler jeder Leitung werden unabhängig voneinander reguliert.

auf 13 kV heruntertransformiert. Da die abgehenden Leitungen sehr verschieden belastet werden, wird die Spannung jeder abgehenden Leitung gesondert reguliert. Dabei ist man sogar soweit gegangen, in je zwei Polleiter jeder Leitung separat gesteuerte Induktionsregler einzubauen. Fig. 11 zeigt das prinzipielle Schaltbild.

Fasst man den ersten groben Gesamteindruck zusammen, so geht er dahin, dass neuere amerikanische Schaltanlagen meistens mit verhältnismässig viel Aufwand (um nicht zu sagen Luxus) erstellt werden. Das überrascht um so mehr, als man bei uns unter amerikanischer Bauweise gerne etwas versteht, was auf das absolut Notwendige und Zweckmässigste beschränkt ist.

III. Kraftwerke.

A. Kraftwerk Conowingo am Susquehanna River.

Dieses Grosskraftwerk, welches die unterste Gefällsstufe des Susquehanna River bis zum Meeresniveau ausnützt, wurde hier bereits früher kurz beschrieben und abgebildet[1]). Jener Beschreibung seien nur noch zwei kleine Details über das im Jahre 1928 in Betrieb gesetzte Kraftwerk beigefügt.

Das Stauwehr (siehe Bull. SEV 1929, S. 518, Fig. 22) besitzt 53 Schützen, davon 3 sogenannte Regulierschützen von je 12,2 m Länge und 3 m Höhe und 50 gewöhnliche Schützen von ebenfalls 12,2 m Länge, aber 6,9 m Höhe. Alle diese Schützen sind, um Kosten zu sparen, ohne Antrieb, also lediglich als «Dammbalken» ausgebildet, die mit Hilfe eines einzigen Bockkranes verstellt werden. Die Vielzahl der Schützen gestattet trotzdem eine genügend feine Regulierung der Wassermenge, da-

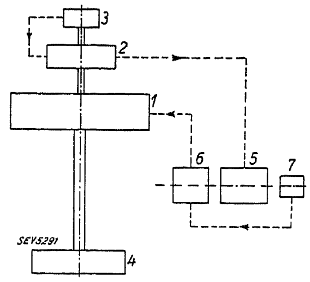


Fig. 12.
Kraftwerk Conowingo.
Arbeitsschema für Erregung und Hilfsgenerator.
1 Hauptgenerator 40 000 kVA, 13 800 V, 60 Per./s.
2 Hilfsgenerator 715 kVA, 440 V, 60 Per./s.
3 Hilfs-Erreger.
4 Turbine.
5 Hilfsmotor 240 kW, 440 V, 60 Per./s.
6 Haupt-Erreger 250 V.
7 Erreger-Erreger.

gegen soll es sich schon wiederholt gezeigt haben, dass bei rasch eintretendem Hochwasser die Oeffnung des Wehres nicht schnell genug erfolgen kann.

Eine andere Merkwürdigkeit betrifft die Schaltung der Erreger und Hilfsbetriebe, bei denen man jede erdenkliche Sicherheit schuf. Auf der von der Turbine angetriebenen Hauptwelle sitzen überein-

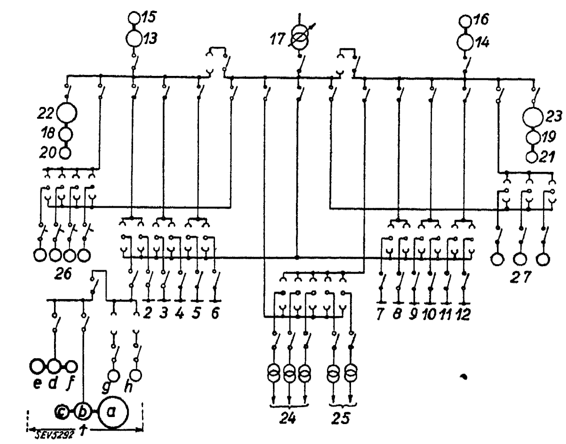


Fig. 13.
Kraftwerk Conowingo.
Prinzipschaltbild der 440-V-Eigenbedarfs-Anlagen.

1 Hauptgeneratorgruppe
a Hauptgenerator
b Hilfsgenerator
c Hilfserreger
d Hilfsmotor
e Haupterreger
f Erreger-Erreger
g Motor für Oeldruckpumpe der Tubinen-Regler
h Ventilator-Motor.
2 bis *12* Hauptgeneratorengruppen; alle wie Gruppe 1.
13, 14 Eigenbedarf-Generatoren (1600 kVA, 440 V, 60 Per./s. } Turbinen-Antrieb
15, 16 Erreger dazu }
17 Eigenbedarf-Transformator (13 kV, 2500 kVA, 460 V, 60 Per./s.
18, 19 Reserve-Erreger.
20, 21 Erreger-Erreger dazu.
22, 23 Motor dazu.
24 Niederspannungs-Transformator (Eigenbedarf).
25 Niederspannungs-Transformator (Wohnkolonie).
26, 27 Verschiedene Motoren (Kran, Wehr etc.).

ander der Drehstrom-Hauptgenerator (40 000 kVA, 13,8 kV), der Drehstrom-Hilfsgenerator (715 kVA, 440 V) und der Hilfserreger. Jedem Generator ist ein Motor-Generator-Erreger zugeordnet. Diese Maschinen sind gemäss Fig. 12 miteinander verbunden. Fig. 13 zeigt die vollständige Schaltung der Hilfsbetriebe.

[1]) Bull. SEV 1929, Nr. 16.

Die Anlage in Schenectady wurde Ende 1932 fertiggestellt. Fig. 17 zeigt ein stark vereinfachtes Schema. Wie man daraus erkennt, ist die eine Hälfte der Anlage eine normale Dampfanlage (Erzeugung von rund 147 t Dampf pro Stunde mit 28 kg/cm² Ueberdruck bei 400° C). Die andere Hälfte besteht aus einem kombinierten Wasserdampf- und Quecksilberdampfkessel. Der Quecksilberdampf gelangt vom Kessel aus direkt zur Turbine (20 000 kW) und von dort in zwei parallel geschaltete (im

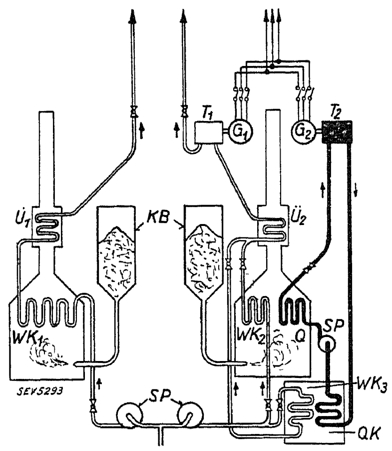


Fig. 17.
Quecksilberdampfkraftwerk der G. E. Co.
Arbeits-Schema.

KB	Kohlenbunker.	*Q*	Quecksilberdampfkessel 8,8 kg/cm².
WK_1	Wasserdampfkessel 1 28 kg/cm². 147 t/h.	T_2	Quecksilberdampfturbine, 8,8 kg/cm².
$Ü_1$	Ueberhitzer (400° C).	G_2	Generator 2, 20 000 kW, 13,8 kV, 60 Per./s.
WK_2	Wasserdampfkessel 2 28 kg/cm². 109 t/h.	*QK*	Quecksilber-Kondensator.
WK_3	Wasserdampfkessel 3 28 kg/cm². 38 t/h.	*QK* ≡	WK_3
$Ü_2$	Ueberhitzer (400° C).	*SP*	Speise-Pumpe.
T_1	Wasserdampf-Gegendruckturbine, 28/14 kg/cm². 147 t/h.	═══	Wasserdampf } Kreislauf
G_1	Generator 1 6000 kW, 13,8 kV, 60 Per./s.	▬▬▬	Hg-Dampf } Kreislauf

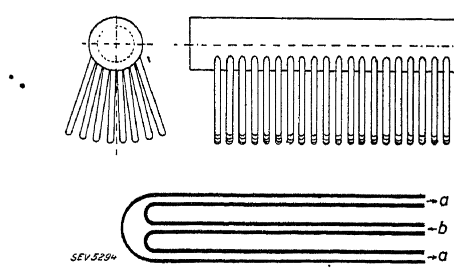


Fig. 18.
Quecksilberdampfkraftwerk der G. E. Co.
Anordnung der Heizfläche des Quecksilberdampf-Kessels. («Stachelschwein».)
Unten: Quer-Längsschnitt durch ein einzelnes Heizrohr (Wand möglichst dünn!).
a heisses Quecksilber.
b kaltes Quecksilber.

Schema als Einheit angegebene) Kondensatoren. Der Quecksilberdampf hat beim Eintritt in die Turbine einen Ueberdruck von 8,8 kg/cm² und besitzt eine Temperatur von 514° C. Das Vakuum nach dem Kondensator beträgt rund 91,5 %. Der Quecksilberdampfkondensator ist gleichzeitig Wasserdampfkessel. In diesem werden 109 t Dampf pro Stunde erzeugt mit einem Ueberdruck von 28 kg/cm². Zusammen mit weitern 38 t/h, von ebenfalls 28 kg/cm², die aus dem im selben Feuerraum untergebrachten Wasserdampfkessel entstammen, wird dieser Dampf auf 400° C überhitzt und gelangt schliesslich in die

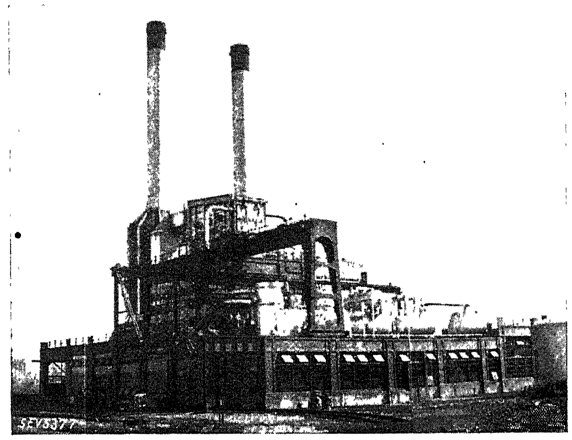


Fig. 19.
Quecksilberdampfkraftwerk der G. E. Co.
Ansicht von der Maschinenseite.

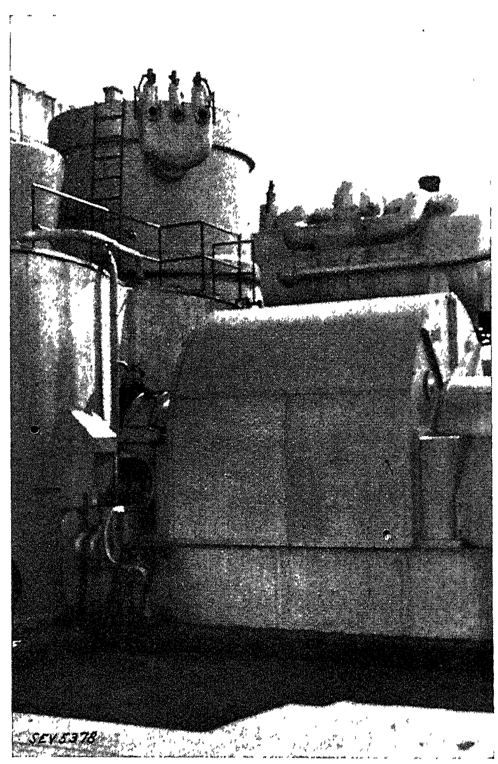


Fig. 20.
Quecksilberdampfkraftwerk der G. E. Co.
Ansicht des 20 000-kW-Freiluftgenerators.

Wasserdampf-Gegendruck-Turbine von 6000 kW Leistung, in der der Dampf auf 14 kg/cm² expandiert. Dieser Dampf (rund 150 t/h mit 14 kg/cm² sowie die rund 150 t/h mit 28 kg/cm² aus dem Normalkessel gehen in die Werke der G. E.

Die elektrische Leistung, total 26 000 kW, fliesst in Form von Drehstrom von 13,8 kV Spannung ins

allgemeine Verteilnetz (Wärmeverbrauch 2400 kcal/kWh).

Besondere Sorgfalt musste den mit Quecksilber in Berührung kommenden Teilen gewidmet werden. So zeigt z. B. Fig. 18 einen Schnitt durch ein Siederohr, bei dem es neben der Materialwahl speziell darauf ankam, möglichst kleine Quecksilber-Volumen zu erlangen, was sowohl aus wärmetechnischen und konstruktiven als auch finanziellen Gründen wichtig war.

Die in der Anlage im Umlauf befindliche Quecksilbermenge wiegt rund 125 Tonnen und hätte in kaltem Zustand ein Volumen von etwas mehr als 9 m³. Um schädigende Wirkungen der Hg-Dämpfe zu vermeiden, trug man peinlichst Sorge, dass alle Hg-Leitungen dicht sind. Pro Jahr gehen rund 2 % Quecksilber verloren, was absolut immer noch etwa 2 t oder pro Stunde 230 g, pro Minute rund 4 g ausmacht.

Fig. 19 zeigt die Anlage von aussen, von der Maschinenseite. Die die Schornsteine umgebenden Bauten sind Kohlenbunker und die Kanäle sind die Zu- und Ableitungen zu den Luftvorwärmern. Die Maschinenanlage, die als Freiluftanlage aufgebaut ist, wird durch einen grossen Halbportalkran bestrichen. Fig. 20 zeigt den 20 000 kW-Freiluftgenerator, oder besser dessen Verschalung, denn man hat alle rotierenden Maschinen unter Blechverschalungen versorgt, in denen nur einige Schaulöcher und Bedienungstürchen einen Inhalt ahnen lassen.

IV. Maschinen und Apparate.

A. Generatoren.

Unter den Generatoren gibt es natürlich manchen Giganten, besonders unter den Turbogeneratoren. In den Werken der G. E. Co. in Schenectady zeigte man mir den grössten zur Zeit im Bau befindlichen Wasserkraft-Generator für das Kraftwerk am Boulder Damm. Er wird für folgende Verhältnisse gebaut:

	Boulder Damm	Zum Vergleich Generator für Beauharnois (MFO)[3]
Leistung	82500 kVA	48500 kVA
Spannung	13,8 kV	14 kV
Frequenz	60/s	25/s
Drehzahl	140/min	75/min
Rotordurchmesser =	10,65 m	10,3 m
Statordurchmesser =	12,50 m	12 m

Interessant sind sodann noch zwei Details von Wasserkraftwerken. Bei Einphasen-Generatoren

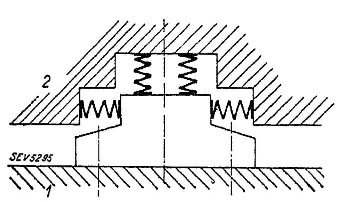


Fig. 21.
Federnde Aufstellung der Einphasen-Generatoren.
Kraftwerk Safe Harbor. (Der Stator ruht auf insgesamt 36 solchen Federstühlen.)
1 Fundament.
2 Stator.

treten bekanntlich Kurzschlusskräfte auf, die die Fundamente stärker beanspruchen als bei Drehstromgeneratoren gleicher Grösse. Bei uns berücksichtigt man diese Tatsache dadurch, dass man die Fundamente verstärkt. Einzelne Generatoren wurden nachträglich auch noch mit Gummiunterlagen «abgefedert». In Amerika ist das Abfedern allgemein üblich, und zwar durch Einbau richtiger Federn, nach Fig. 21. Bei den Generatoren im Safe Harbor-Kraftwerk ruht der Stator auf 36, gleichmässig über den Umfang verteilten «Federstühlen». Bei dieser Anordnung können dafür namhafte Ersparnisse an den Fundamenten gemacht werden.

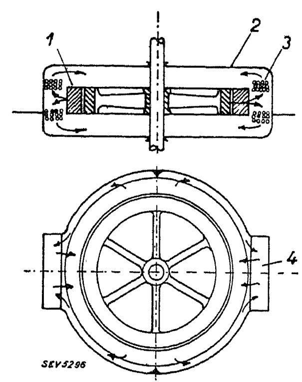


Fig. 22.
Umlaufkühlung der Generatoren im Kraftwerk Safe Harbor.
1 Stator.
2 Verschalungsblech.
3 Wasserdruchflossene Kühler-Rohre.
4 Kühler.

Eine hübsche Lösung der Generatorenkühlung wurde ebenfalls in Safe Harbor gewählt (Fig. 22). Der ganze Generator ist verschalt. Die warme Luft verlässt den Stator radial, wird tangential abgelenkt und gelangt so in zwei diametral gegenüberliegende Kühler. Als Kühlmittel dient Wasser. Die gekühlte Luft kehrt in den Kreislauf zurück. Im Winter kann die Abwärme zum Heizen des Maschinensaales verwendet werden.

B. Transformatoren.

Was in fast allen Anlagen, die ich besuchte, sofort auffiel, war die vorwiegende Verwendung von Einphasentransformatoren, die dann zu dritt zu einer dreiphasigen Einheit zusammengestellt sind. Man findet diese Anordnung sowohl bei den kleinsten Stangentransformatoren-Stationen als auch bei den grossen Einheiten in Kraftwerken und Unterwerken.

Sehr verbreitet sind Manteltransformatoren, die oft als Trockentransformatoren ausgebildet sind. Als Kühlmittel wird dabei Luft verwendet, die mit Ventilatoren direkt durch die Wicklung durchgeblasen wird. Der Raumbedarf solcher Transformatoren ist natürlich bedeutend geringer als der von gleich grossen Oeltransformatoren mit der bei uns meist gebräuchlichen natürlichen Kühlung. Anwendung finden solche Transformatoren vorwiegend in städtischen Unterwerken, wo es eben auf gute Platzausnutzung ankommt.

Im Kraftwerk Hell Gate in New York sind grosse Freilufttransformatoren aufgestellt. Da sowohl ober- als auch unterspannungsseitig Kabelleitungen abgehen, verlegte man die Kabelendverschlüsse direkt in den Transformator hinein, so dass Durchführungsisolatoren erspart werden. So einfach und logisch diese Lösung erscheint, habe ich sie sonst

[3]) Vgl. Bull. SEV. 1933, S. 244.

noch nirgends getroffen, wohl deshalb, weil in der Regel die Leitungen zwischen Transformatoren und Schaltern nicht verkabelt werden.

Interessanter und wichtiger ist die Neuerung, bei Oeltransformatoren den Raum über dem Oel statt mit Luft mit reinem Stickstoff zu füllen. Es soll sich damit eine wesentlich höhere Lebensdauer des Oels erreichen lassen, da alle auf die Anwesenheit von Sauerstoff zurückzuführenden Alterungserscheinungen wegfallen. Die Installationen werden zwar etwas komplizierter, doch dürften die Vorteile überwiegen. Man trifft solche mit Stickstoff gefüllten Transformatoren schon ziemlich oft an. Es sei noch erwähnt, dass der Buchholzschutz drüben fast ganz unbekannt ist.

Der Aufbau der Gross-Transformatoren wurde in den letzten Jahren grundlegend geändert. Nachdem man die Isolation von Leitungen und Anlagen wesentlich verstärkt hatte, galt es, auch den Transformator selbst zu verbessern und gegen Gewitter-Ueberspannungen unempfindlich zu machen. Man erkannte, dass dies erreicht werden kann, wenn die Spannungsverteilung über die Wicklungshöhe auch im Moment des Auftreffens einer Ueberspannungswelle gleichmässig ist.

Die G. E. Co. versah zu diesem Zweck die Transformatoren mit elektrostatischen Schildern, die diese günstige Feldverteilung erzwingen (Fig. 23).

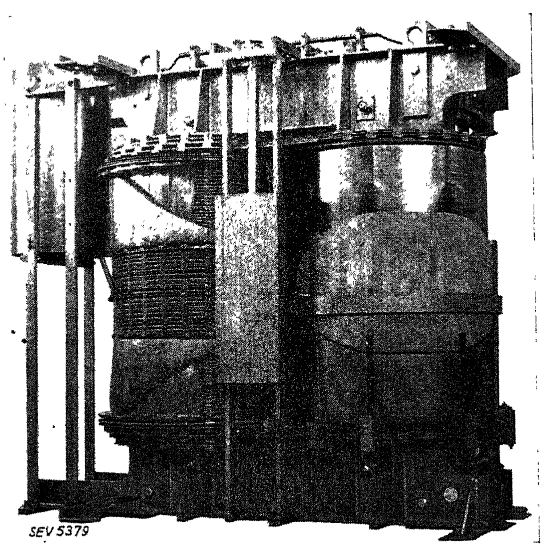


Fig. 23.
Transformator mit elektrostatischem Schirm.
220 kV.

Westinghouse verwendet nur kleine Endschildkonstruktionen. Ausserdem verwertet diese Firma die durch Versuche herausgefundene Tatsache, dass der Stossfaktor eines auf Ueberschlag beanspruchten Isolators (Kriechweg) klein ist, dagegen bei einem auf Durchschlag beanspruchten Isolator gross. Auf dieser Erkenntnis aufbauend, änderte Westinghouse seine Bauart derart, dass das Isolationsmaterial vorwiegend nur noch auf Durchschlag beansprucht wird und nur noch sehr wenige Kriechwege bestehen (Fig. 24).

Die neuen Gross-Transformatoren werden nunmehr immer auf Stossfestigkeit geprüft. Selbstverständlich ist die Isolation so abgestuft, dass die

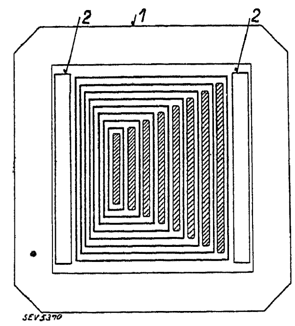


Fig. 24.
Kriechweglose Isolierung eines Prüftransformators.

Durchführungen überschlagen, bevor im Transformator-Innern ein Durchschlag oder Ueberschlag eintritt.

C. Kondensatoren.

1. Rotierende Phasenschieber.

Es existieren in den Vereinigten Staaten einige Anlagen, wo rotierende Kondensatoren mit Wasserstoff gekühlt werden [4]). Ich hatte Gelegenheit, eine solche in Atlantic City zu besichtigen, die seit etwas mehr als vier Jahren im Betrieb steht. Der Phasenschieber, gebaut für 15 000 kVA bei 4 kV Spannung, hat einschliesslich Erregung 2,36 % Verluste. Die Sondereinrichtungen für die Wasserstoffkühlung sind ziemlich umfangreich. Da Wasserstoff feuergefährlich ist, sind auch umfassende Sicherungen nötig. Das Innere der Maschine steht ständig unter einem geringen Ueberdruck (ca. $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ kg/cm²). Trotzdem keine Stopfbüchsen vorhanden sind, beträgt der Verlust rund 28 l/h. Dass Wasserstoffkühlung für Generatoren nicht leicht angewendet werden kann, ist auf die Schwierigkeit des Dichtens, besonders von Stopfbüchsen, zurückzuführen.

2. Statische Kondensatoren.

Statische Kondensatoren haben besonders für niedere Spannung Verbreitung gefunden. Westinghouse z. B. bauen diese wegen der Raumersparnisse als Flachwickeltyp. Die ursprünglich runden Wickel werden von Hand flachgedrückt. Die Papierisolation besteht aus drei Lagen von je 0,0127 mm Dicke (Spannung meist 440 V). Man legt besondern Wert auf gutes Evakuieren der Wickel. Das Oel wird erst unter Vakuum eingefüllt und die Kessel werden vollständig verlötet. Sogar die Isolatoren, die nach einem Sonderverfahren mit einem Metallrand versehen sind, werden mit dem Deckel verlötet. Auch die Kondensatoren werden meist nur einphasig gebaut. Eine Normaleinheit für 10 kVAr (440 V) misst etwa 15 × 35 × 35 cm.

D. Gleichrichter.

Trotzdem Gleichstrom noch ziemlich viel angewendet wird (Strassenbahnen, Untergrundbahnen

[4]) Vgl. Bull. SEV 1929, S. 574 und 1932, S. 145.

und grosse Altstadtquartiere) trifft man erst ganz vereinzelt Quecksilberdampf-Gleichrichter. Die Umformung geschieht noch meistens mit Motor-Generatoren oder mit Einankerumformern.

E. Schalter.

Die Entwicklung im Schalterbau ist etwas andere Wege gegangen als in Europa. Es ist möglich, dass früher die an die Schalter gestellten Ansprüche weniger hoch waren, da man die Kurzschluss-Ströme durch den Einbau von Strombegrenzungs-Drosselspulen zu beherrschen suchte. In den so ausgerüsteten Anlagen, und zwar nicht nur in den ältern, findet man noch heute Topfschalter (meist zwei Töpfe in Serie, siehe z. B. Fig. 4) und die auch bei uns gebräuchlichen Ein- und Dreikesselölschalter.

Gegen Ende der zwanziger Jahre wurde auf dem Schaltergebiet mächtig gearbeitet. In jener Zeit entwickelte Westinghouse den öllosen Deion-Schalter, zunächst für Spannungen bis 15 kV. Dieser Schalter arbeitet prinzipiell folgendermassen [5]): Der beim Oeffnen der Arbeitskontakte entstehende Lichtbogen wird durch Blasspulen von diesen abgedrängt in das sogenannte «Deionisierungs-Gitter» (Deion Grid). Dieses besteht aus einer Vielzahl von als Elektroden dienenden, parallel gestellten Blechscheiben, die gegeneinander durch eine Luftschicht isoliert sind. Der Lichtbogen wird dabei in eine Vielzahl von kurzen, in Reihe geschalteten Lichtbogen aufgelöst (für 15 kV ca. 110 Teillichtbögen). Durch besondere Magnete wird bewirkt,

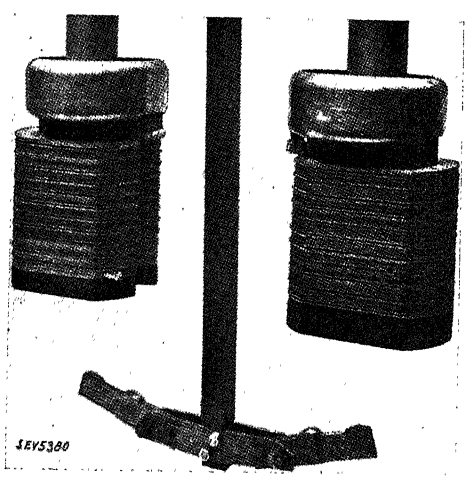


Fig. 25.
Kontaktbrücke für den Deion-Oelschalter.

dass diese Teillichtbögen mit grosser Geschwindigkeit rotieren. Deshalb bleiben die Ansatzstellen der Lichtbogen an den Elektroden kalt, was bewirkt, dass die Entionisierung der Funkenstrecke beim Nulldurchgang des Stromes begünstigt wird. Die Löschung des Lichtbogens wird so in $^1/_2$ bis $2^1/_2$ Perioden erreicht. Der Aufbau dieser Schalter ist reichlich kompliziert und eher unschön [5]). Es ist so nicht zu verwundern, dass dieser Schalter keine grosse Verbreitung fand (es sind nur einige wenige Stücke in den ganzen USA in Betrieb).

Westinghouse haben dann den Deion-Schalter auch für höhere Spannungen entwickelt, wobei man aber wieder auf das Oel als Isoliermittel zurückgriff, und sich auch im Aufbau stark an die be-

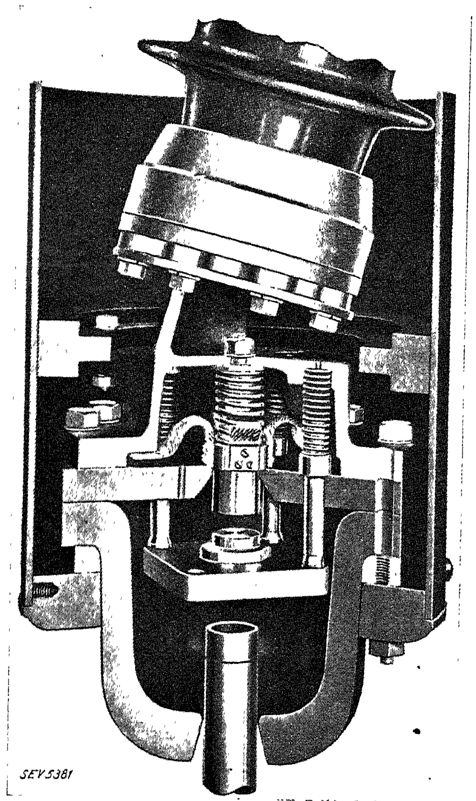


Fig. 26.
Explosionskammer für Oelschalter der G. E. Co.

kannte Oelschalterkonstruktion anlehnte. So ist in den neuen «Deion-Schaltern» auch für niedere Hochspannung das «Deion Grid» zu einem Bestandteil der Kontakte zusammengeschrumpft. Aeusserlich unterscheiden sich diese Oelschalter nicht von den unsrigen. Die Kontaktbrücke eines solchen Deion-Schalters zeigt Fig. 25.

General Electric sind etwas anders vorgegangen. Sie haben ihre Oelschalter mit der Explosionskammer ausgerüstet, die inzwischen auch bei uns, prinzipiell auch bei unsern Wasserschaltern, üblich geworden ist (Fig. 26).

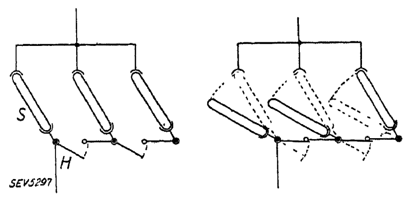
Trotz des durch Westinghouse unternommenen Vorstosses in Richtung der öllosen Schalter ist die Entwicklung nicht weitergegangen. So kennt man in den USA praktisch weder die öllosen noch die ölarmen Schalter, die in Europa die geradezu stürmische Entwicklung des Schalterbaues in den letzten Jahren herausgebracht hat.

[5]) Vgl. Bull. SEV 1929, S. 630, mit Bild.

F. Schaltsicherungen.

In ausgedehnten Ueberlandnetzen gibt es oft abgelegene Leitungsabzweige, die nicht mehr durch den Schalter im Unterwerk geschützt werden können. Man baut dann in diese Abzweige entweder automatische Schalter oder auch Sicherungen ein. Für die Abnehmer, die an diesen Strang angeschlossen sind, hat das allerdings den grossen Nachteil, dass eine Störung in der Regel sehr lange dauert, nämlich so lange, bis ein Bedienungsmann den abgelegenen Schalter wieder einschaltet oder die Sicherung ersetzt. In der Mehrzahl der Fälle könnte aber die Leitung kurz nach der Auslösung wieder eingeschaltet werden. Um dies zu erreichen, haben verschiedene amerikanische Firmen: Schweizer und Conrad, Chicago, Line Material Comp., Milwaukee, und W. N. Mathews Comp., St. Louis, sogenannte «Wiedereinschalt-Schaltsicherungen» auf den Markt gebracht.

Pro Pol werden drei Sicherungen eingebaut (Fig. 27). Wie man sieht, ist zuerst nur die aussen links liegende Sicherung im Stromkreis. Schmilzt



Normale Stellung. Alle 3 Sicherungen sind ganz, die erste ist eingeschaltet.

Letzte Betriebsstellung. Die beiden ersten Sicherungen sind geschmolzen, die dritte ist im Betrieb.

Fig. 27.
Prinzipielles Schaltbild der Wiedereinschalt-Schaltsicherung.
Schema für einen Pol.
S = Schaltsicherung. H = Hilfsschalter.

diese durch, so bewirkt dies die Ausklinkung des Mechanismus und die defekte Sicherung fällt unter der Wirkung des Gewichtes und einer einstellbaren Dämpfung herunter. In ihrer Ausschalt-Endlage schliesst sie einen Kontakt, wodurch die zweite Sicherung in den Stromkreis eingeschaltet wird. Besteht der Fehler immer noch, so schmilzt auch die zweite Sicherung durch und schaltet nach der eingestellten Zeit auch die dritte Sicherung ein. Die defekten Sicherungen können ohne Betriebsunterbrechung ersetzt werden.

Für Leitungen grösserer Leistung stellt z. B. die G. E. Co. einen kleinen Oelschalter für Stangenmontage her, der mit einer Wiedereinschalteinrichtung versehen ist.

H. Ueberspannungsschutzapparate.

Auf dem Gebiet des Ueberspannungsschutzes haben die Amerikaner Pionierarbeit geleistet, vor allem wieder die beiden Firmen Westinghouse und G. E. Co., die beide durch intensive Forschung und durch Versuche die Probleme der Gewitterüberspannungen anpackten und so schliesslich in die Lage kamen, praktisch brauchbare Apparate auf den Markt zu bringen.

Die Apparate beider Firmen sind in ihrem prinzipiellen Aufbau ähnlich. Für Freileitungen haben beide einen an Einfachheit kaum zu übertreffenden Grobschutz-Apparat entwickelt. Er besteht aus

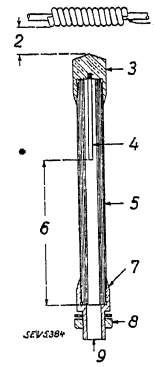


Fig. 28.
Schnitt durch einen Torok-Ueberspannungsableiter.
1 Durch Drahtspirale gegen Abbrand geschützter Leiter der Freileitung.
2 Aeussere Schutzfunkenstrecke.
3 Metallkappe.
4 Innere Metall-Elektrode.
5 Isolierrohr.
6 Innere Funkenstrecke.
7 Zu erdende Elektrode.
8 Stellschraube.
9 Der Lichtbogen wird durch die Oeffnung der Bodenelektrode ausgeblasen.

einem Isolierrohr, das beidseitig eine Elektrode trägt, von denen eine etwas in das Rohr hineinragt. Die untere Elektrode ist offen (Fig. 28). Dieses Rohr wird so auf dem Mast befestigt, dass ein Ende geerdet ist, während das andere der Leitung genähert wird, derart, dass eine Schutzfunkenstrecke bestehen bleibt. Diese Schutzfunkenstrecke wird

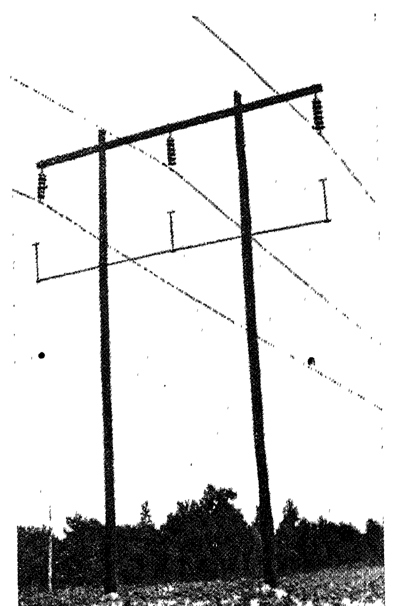


Fig. 29.
Torok-Ableiter, auf Freileitung eingebaut.

so gross gewählt, dass im normalen Betrieb keine Glimmentladungen und keine Korona auftreten (Fig. 29). Die Wirkungsweise ist folgende: Läuft eine Ueberspannungswelle über die Leitung, so bildet der mit diesem Apparat ausgerüstete Mast ein Punkt geringerer Ueberschlagsspannung. Die äus-

sere und die innere Funkenstrecke überschlagen und leiten die Ueberspannung wenigstens teilweise

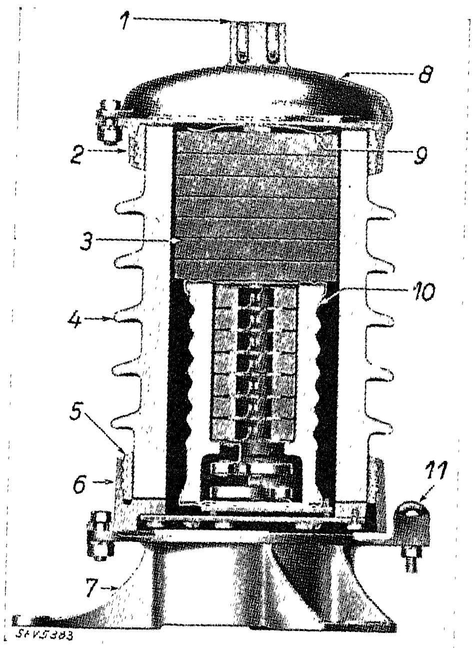


Fig. 30.

Thyrite-Ueberspannungsableiter.

1 Anschlussklemme. *2* Oberer Abschluss (Aluminium-Legierung). *3* Thyrite-Scheiben (Spannungsabhängiges Widerstandsmaterial). *4* Porzellan-Isolator für Aussenmontage. *5* Luftdichter Zement. *6* Unterer Abschluss. *7* Fussplatte aus verzinktem Gusseisen. *8* Gussdeckel (Aluminium-Legierung). *9* Feder. *10* Serie-Funkenstrecken, in Porzellankörper montiert. *11* Erdungsklemme.

zur Erde ab. Der nachfolgende Betriebsstrom bewirkt, dass im Rohrinnern ein hoher Druck entsteht, die Gase strömen mit grosser Geschwindigkeit aus (explosionsartig), wobei der Lichtbogen löscht. Die Anwendung dieser sogenannten «Explosions-Schutzfunkenstrecken» (Expulsion protective gap) ist indessen beschränkt auf Netze mit geerdetem Nullpunkt, da in andern Netzen der Erdschlußstrom in der Regel zu gering ist, um die Löschwirkung hervorzurufen.

Wesentlich universeller, aber auch komplizierter und teurer sind die eigentlichen Ueberspannungsschutzapparate. Diese zeigen folgenden Aufbau: Eine Säule aus Widerstandsmaterial ist in Serie geschaltet mit einer Reihe von Funkenstrecken. Das Ganze ist luft- und wasserdicht eingekapselt (Fig. 30). Das Widerstandsmaterial ist spannungsabhängig in der Weise, dass mit steigender Spannung der Widerstand sinkt. Damit ergibt sich die bekannte Arbeitsweise. Beim Auftreffen einer Ueberspannung überschlagen die Funkenstrecken und leiten einen Stromübergang von Leiter zur Erde ein. Zufolge der vorhin beschriebenen Charakteristik steigt der Strom so lange an, bis die Spannung sinkt, worauf auch der Strom wieder abnimmt. Die Löschung des nachfolgenden Betriebsstromes übernehmen die Serie-Funkenstrecken (Deion-Prinzip).

Man trifft diese Ableiter in bereits allen Anlagen, und zwar bis zu Spannungen über 130 kV.

(Fortsetzung folgt.)

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Hochspannungsschutztechnik und Kabel.

621.316.93 : 621.315.2

Ing. *P. E. Schneeberger*, Prokurist der Kabelwerke Brugg, hielt auf Einladung des Tschechoslowakischen Elektrotechnischen Vereins am 7. März d. J. in Prag einen Vortrag über moderne Richtungen der Hochspannungsschutzeinrichtungen, unter Berücksichtigung der Verwendung der Hochspannungskabel.

Der Vortragende berichtete umfassend über die neuesten Erfahrungen der Kabeltechnik im allgemeinen und über die Sicherheit von Kabeln und Kabelarmaturen gegenüber Beanspruchungen durch Ueberspannungen im besondern. Durch Verwendung der modernsten Hilfsmittel (Stossgeneratoren und Kathodenoszillographen) wurde es möglich, nachzuweisen, dass nach modernen Erfahrungen gebaute Kabel nicht nur den normalen Beanspruchungen des Betriebes, sondern auch den auftretenden Ueberspannungen jeglicher Art (Schaltüberspannungen, direkte oder indirekte Blitzschläge in mit den Kabeln verbundene Freileitungen) durchaus gewachsen sind. Die Schweizer Forschungsergebnisse haben aber darüber hinaus noch gezeigt, dass die Gefährlichkeit der Ueberspannungen durch Einschaltung von genügend langen Kabeln bei der Einführung von Freileitungen in Kraftwerke oder Schaltstationen ganz bedeutend vermindert wird, so dass der Vortragende auf Grund der durchgeführten Versuche zu dem Ergebnisse gelangen konnte, das sich solche Einführungskabel als wirksamer und sicherer Ueberspannungsschutz erweisen. Die überaus präzisen Versuche und Beobachtungen über den Durchschlag bei ganz kurz dauernden Ueberspannungen erschliessen ein neues Arbeits- und Forschungsfeld und lassen erwarten, dass die weiteren Arbeiten uns ein ganz klares und einwandfreies Bild über das Wesen des kurzzeitigen elektrischen Durchschlages in Kabeln und festen Isolatoren (Endverschlüssen u. dgl.) geben werden.

Der Vortrag wurde von dem zahlreich anwesenden Fachpublikum aus der elektrotechnischen Branche und besonders von den Vertretern der Elektrizitätswerke, an deren Jahresversammlung der Vortrag gehalten wurde, mit grossem Interesse aufgenommen, wie die lebhafte Diskussion und der reiche Applaus am Ende des Vortrages bewiesen.

K. Konstantinowsky, Bratislava.

Vorführung bei der A.-G. Brown, Boveri & Cie.

Velox-Dampferzeuger. 621.181.65

Auf 17. April d. J. lud die Firma Brown, Boveri in ihre Werkstätten nach Baden ein, um zwei grosse, ablieferungsbereite Velox-Aggregate mit dem mitbestellten Turboaggregat vorzuführen. Herr L. Bodmer, Delegierter des Verwaltungsrates, begrüsste die Gäste. Er wies mit eindringlichen Worten darauf hin, dass die schweizerische Industrie sich auf dem Weltmarkt nur dann behaupten kann, wenn sie durch unermüdliche Forschung, die grosse Opfer verlangt, versucht, mit an der Spitze der technischen Entwicklung zu bleiben. Ein schönes und aussichtsreiches Resultat solcher Forschung ist der Veloxdampferzeuger, von dem zur Zeit zwei grosse Aggregate in den Werkstätten stehen. Herr Direktor A. Meyer erklärte dieses «jüngste Kind» der Firma [1]).

Der Gedanke des Velox-Dampferzeugers geht auf das Jahr 1925 zurück. Im Jahre 1932 hat er dann in der ersten be-

[1]) Für Einzelheiten sei auf die BBC-Mitt. 1933, S. 38, hingewiesen.

triebsmässigen Ausführung in einer industriellen Anlage seine Verwirklichung gefunden. Diese Erstausführung, die nun eine 3½jährige Betriebszeit hinter sich hat, begegnet dank der guten Ergebnisse in technischen Kreisen grossem Interesse. Es wurden seither 32 Dampferzeuger dieser modernen Bauart für ortsfeste Anlagen in Auftrag gegeben, was in Anbetracht der Neuheit des Objektes als grosser Erfolg zu bezeichnen ist. Unter diesen Einheiten befinden sich Ausführungen der verschiedensten Grössen, von 4 t/h an aufwärts bis 75 t/h, aber auch für die verschiedensten Betriebsverhältnisse, nämlich für Drücke von 15 bis 75 kg/cm² und Ueberhitzungen bis zu 475° C. Einige kleinere Velox-Kessel dienen der Erzeugung von Heisswasser und sind in den Heizzentralen grösserer Gebäudekomplexe untergebracht.

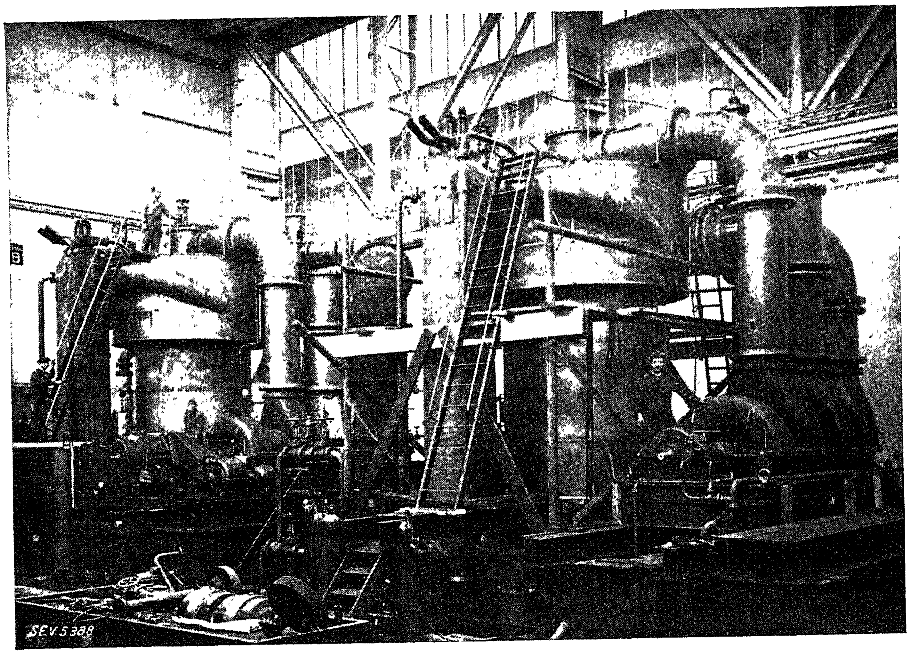


Fig. 1.
Ansicht der beiden Veloxkessel für Oslo auf dem Versuchsstand.
Dampfleistung je 75 t/h, absoluter Betriebsdruck 28 kg/cm², Ueberhitzung 425° C.

Im Frühling 1935 wurde die Firma durch die Stadt Oslo mit der Modernisierung des vorhandenen, den heutigen Ansprüchen nicht mehr genügenden thermischen Kraftwerkes betraut. Dieser Auftrag war besonders interessant, weil der Umbau unter Verwendung der Velox-Dampferzeuger sowie einer neuartigen Turbinenbauart vorgenommen wird. Die Lieferung besteht aus folgenden Hauptobjekten:

2 *Velox-Dampferzeuger*, jeder gebaut für eine Dampfleistung von 75 t/h bei einem absoluten Betriebsdruck von 28 kg/cm² und einer Ueberhitzung von 425° C (Fig. 1).

1 *Turboaggregat*, gebaut für 32 000 kW Klemmenleistung, mit einer Betriebsspannung von 6400 V bei 50 Per./s.

Ganz besonderes Interesse erwecken die Velox-Dampferzeuger, die schon durch ihre grosse stündliche Leistung bemerkenswert sind. Die beiden zu liefernden Einheiten allein genügen reichlich für die Erzeugung der Klemmenleistung des mitbestellten Turboaggregates, nämlich 32 000 kW, was einer Kupplungsleistung von etwa 35 000 kW entspricht, etwa gleichviel wie beispielsweise die gesamte installierte Turbinenleistung des hydraulischen Kraftwerkes Mühleberg.

Die Entwicklung des Veloxkessels beruht auf der Ausnützung einer Reihe neuer Prinzipien, die von der Tradition völlig abweichen und für die zuerst die physikalischen Grundlagen geschaffen werden mussten, worunter als wichtigste zu erwähnen sind: Druckfeuerung, sehr hohe Gasgeschwindigkeiten, Verwendung einer Abgasturbine, die so in dem Gasstrom liegt, dass sie die grosse mechanische Leistung, welche zur Verdichtung der Verbrennungsluft auf 2,5 kg/cm² abs. erforderlich ist, allein aufbringen kann, künstlicher Wasserumlauf in den Verdampferrohren, Dampfausscheidung durch Zentrifugalwirkung. Sie bedingen in der Hauptsache die grossen Vorteile, die der Velox-Kessel gegenüber anderen Konstruktionen hat. Die bedeutendsten sind:

a) Geringes Gewicht und sehr kleiner Platzbedarf, die nur einen Bruchteil von denjenigen anderer Kessel bilden, so dass bedeutende Einsparungen an Gebäudekosten, Fundamenten usw., zu erzielen sind.

b) Höchste Betriebsbereitschaft, da der Veloxdampferzeuger in etwa fünf Minuten vom kalten Zustand aus auf Betriebsdruck und Belastung gebracht werden kann, während man früher gezwungen war, einen Dampfkessel mit Rücksicht auf das Mauerwerk, das rasche Temperaturänderungen nicht verträgt, langsam auf Druck zu bringen. Man brauchte damals mehrere Stunden dazu. Bei modernen Ausführungen gelang es allerdings unter Forcierung des Materials und Inkaufnahme gewisser Risiken, die Inbetriebsetzungszeit bis auf 20 Minuten zu ermässigen, was aber als denkbar kleinster Wert zu bezeichnen ist.

c) Hohe Betriebssicherheit durch den Wegfall von Mauerwerk und die ausschliessliche Verwendung von metallischen Bauteilen.

d) Höchstmöglicher Wirkungsgrad dank der Verbrennung unter Druck und mit durch Kompression vorgewärmter Luft sowie geringer Abgas- und kleiner Strahlungsverluste. Während bei üblichen Bauarten die besten Betriebswirkungsgrade selten 86 % überschreiten, ist dieser bei Veloxdampferzeugern immer wesentlich höher als 90 % und, was von besonderem Interesse ist, er bleibt innerhalb eines weiten Bereiches, d. h. bis hinunter zur kleinen Teillast, fast unveränderlich (Fig. 2).

Der Velox-Dampferzeuger ist mit vollständig bedienungsloser Steuerung ausgerüstet, so dass nicht nur die Speisewasserversorgung, sondern auch die Brennstoffzufuhr sowie die entsprechende Menge von Verbrennungsluft sich jederzeit dem jeweiligen Bedarf selbsttätig anpassen, in der Weise, dass der Betriebsdruck des Dampferzeugers praktisch konstant gehalten wird.

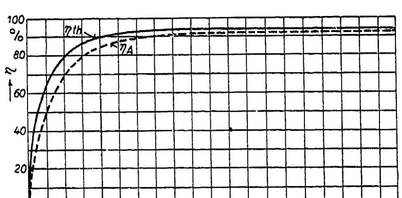


Fig. 2.
Thermischer Wirkungsgrad (η_{th}) und Anlagen-Wirkungsgrad (η eines ölgefeuerten Veloxdampferzeugers mittlerer Leistung. (η_A berücksichtigt sämtliche Hilfsmaschinen mit Ausnahme der Speisepumpe.)

Der Velox-Dampferzeuger ist nicht nur für stationäre Anlagen, sondern auch auf dem Gebiet der Schiffahrt von grosser Bedeutung. Bei allen Arten von Schiffen ist die Frage des Platzbedarfes und des Gewichtes der maschinellen Einrichtungen sehr wichtig, da jede Einsparung in dieser Richtung der Nutzladung zugute kommt. Moderne Schiffe grösserer Tragfähigkeit werden heute meistens mit flüssigem Brennstoff betrieben, so dass die Verwendung des Velox-

Dampferzeugers für diese Zwecke gegeben ist. Ein weiteres interessantes Verwendungsgebiet eröffnet sich für die Velox-Dampferzeuger auch im Lokomotivbau.

Auf dem Gebiete der Dampfturbinen, deren sich die wissenschaftliche Forschung viel früher angenommen hat als der Dampferzeuger, sind umwälzende Neuerungen von der Bedeutung, wie sie der Velox-Dampferzeuger hat, nicht mehr zu erwarten. Immerhin verdient die Dampfturbine, die Brown Boveri für die Stadt Oslo gebaut hat, besondere Beachtung. Sie dürfte wohl die grösste bisher gebaute Einzylinderturbine mit 3000 U/min sein. Auch bei dieser Konstruktion kamen eine Reihe wichtiger Neuerungen zur Anwendung, sowohl konstruktiver als auch fabrikatorischer Art[2]).

Rundgang durch die Werkstätten.

An die Vorführungen der Velox-Dampferzeuger schloss sich ein Rundgang durch die übrigen Werkstätten an. Da ist zunächst die *Hochleistungsversuchsanlage* mit der Kurzschlussgenerator-Transformatorgruppe zu erwähnen. Es wurde gerade ein moderner Druckluft-Schnellschalter auf seine Schaltleistung hin geprüft.

In der *Apparatefabrik* bekam man Einblick in die Mannigfaltigkeit der Fabrikate, die hier erzeugt werden, und die ihrerseits auch eine ebenso vielseitige Prüfanlage erfordern. Besonderen Eindruck hinterliess im *Apparate-Versuchslokal* die auf höchste Zeitpräzision entwickelten Relais, wobei selbstverständlich die Schnellregler, Schalter, Regulierapparate usw. nicht minder interessante Objekte darstellten. Neben den verschiedenen Schalttafeln, die im Bau waren, fiel auf, dass neben einer dreipoligen 150-kV-Konvektorschaltergruppe sehr viele der modernen Druckluft-Schnellschalter zum Teil in Arbeit waren und zum Teil versandbereit standen.

Die *Laboratorien* liessen erkennen, welch umfangreiche Forschungsarbeiten von dieser Firma geleistet werden.

In der *Maschinenfabrik* und in deren Versuchslokalen wurden Maschinen aller Art und Leistung geprüft. Neben dem 0,25-kW-Kleinmotor nahmen sich die Grossmaschinen mit einigen hundert bis 18 000 kW Leistung wirklich riesenhaft aus. Man gewann hier einen guten Einblick in die Leistungsfähigkeit einer Grossfirma.

Imponierend waren die Versuche im *Mutatoren-Versuchslokal*, wo neben Hochspannungsversuchen mit Gleichspannung bis 50 kV (für Radio und Grosskraftfern-Uebertragungsanlagen) Versuche mit einem Mutator im Gange waren, welcher Kurzschlüsse durch Gittersteuerung mühelos abschaltete. Dieser Vorgang wurde durch farbige Oszillogramme sehr schön erläutert. Eine Versuchsgruppe für statische Netzkupplung zeigt, dass auch dieses Problem praktisch gelöst ist, womit eine wichtige Pionierarbeit geleistet worden ist.

Zum Schlusse wurde die *Transformatorenfabrik* samt den zugeteilten Prüfräumen gezeigt. Klein- und Schweisstransformatoren vertraten hier die Typen der Massenherstellung. An Grosstransformatoren waren zum Teil im Bau, zum Teil fertig erstellt Typen für 5000 bis 32 500 kVA bei Spannungen von 50 000 bis 150 000 Volt. Ferner lenkten die Niederspannungsnetz-Reguliertransformatoren und das Modell eines Stromabnehmers für Bahntransformatoren mit stufenloser Regulierung die Aufmerksamkeit der Besucher auf sich. Hochspannungsproben an Transformatoren und Ueberspannungsableitern brachten die interessante Werkbesichtigung würdig zum Abschluss.

[2]) Vgl. BBC-Mitt. 1936, Jan./Febr.

Le sapin de Noël électrique traditionnel de Neuchâtel.

628.973

Le Service de l'Electricité élève chaque année sur la Place de l'Hôtel de Ville un arbre de Noël électrique, à l'occasion des fêtes de fin d'année. Cet arbre d'une hauteur de 13 m environ est garni de 1500 lampes ordinaires de 15 watts, dé-



polies intérieurement, montées sur douilles normales et alimentées par du courant 2 × 125 volts au moyen de conduites volantes. L'arbre est fixé directement dans le sol.

Le 31 décembre à minuit, en présence d'une foule toujours très nombreuse et de la musique de la ville qui agrémente cette manifestation, le nouveau millésime lumineux est enclenché du balcon de l'Hôtel Communal, marquant par ce jeu de lumière, l'ouverture de la nouvelle année.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Hochfrequenztagung des SEV

siehe Seite 248.

Uebertragung von Störungen aus dem Starkstromnetz auf Empfangsantennen.

621.396.823

Die Radio-Empfangsstörungen entstehen grösstenteils in Apparaten und Maschinen, die an das Starkstromnetz angeschlossen sind. Breitet sich die Störspannung über das Netz aus und gelangt sie durch Kopplung auf Empfangsantennen, so scheint es zunächst wegen der grossen Mannigfaltigkeit und der Kompliziertheit des Uebertragungsvorganges schwierig zu sein, zu quantitativen Angaben über das Endergebnis, nämlich die Störlautstärke im Lautsprecher, zu gelangen. Da man jedoch im Einzelfalle die hochfrequente Störspannung an der Störquelle messen kann und bei Kondensatorentstörung eine Anpassung der Störquelle an das Netz ausscheidet, beschränken sich die Schwierigkeiten eigentlich auf die Kenntnis der Dämpfung im Starkstromnetz und der Kopplung des Netzes mit den Antennen. Dämpfung und Kopplung können je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschiedene

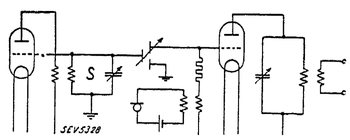


Fig. 1.
Meßsender.

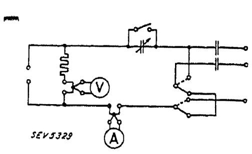


Fig. 2.
Meßschaltung.

Werte aufweisen. Da sie immer gleichzeitig zur Wirkung kommen, hat ihre Trennung nur theoretische Bedeutung; messtechnisch werden sie am besten gemeinsam erfasst, und zwar statistisch. Gemessen wird dabei die resultierende Dämpfung der Störungsübertragung in Neper.

Die anfallende Störspannung kann man sich in zwei Teilspannungen zerlegt denken; die eine, die symmetrische, ist darstellbar durch eine Spannung zwischen den beiden Leitern der Steckdose, während die zweite, die unsymmetrische, eine Spannung zwischen dem mittleren Potential der beiden Leiter und der umgebenden Erde ist (Wasserleitung, Zentralheizung usw.). Beide Komponenten haben verschiedene Uebertragungswege, und sie werden deshalb auch verschieden gedämpft. Die grösste Wirkung auf Empfangsantennen hat die unsymmetrische Komponente. Durch Netzunsymmetrien (Schalter, Abzweigungen, Steckdosen usw.) entstehen an den Stoßstellen aus der symmetrischen Komponente stark unsymmetrische.

Zur Ausführung der Messungen wurde als Störer ein Messsender nach Fig. 1 verwendet. Sein Schwingkreis S war direkt in Hertz geeicht. Der Generator arbeitet auf eine Verstärkerstufe, in deren Ausgang ein abgestimmter Transformator liegt. An ihn wurde eine Meßschaltung nach Fig. 2 angeschlossen. Neben der Messung der abgegebenen Störspannung gestattet sie die Bestimmung der Netzimpedanz, wozu es genügt, den Quotienten aus Spannung und Strom einmal mit Reihenkapazität und dann ohne (Schalter Fig. 2 oben) festzustellen. Die Ausgangs-Störspannung kann wahlweise symmetrisch oder unsymmetrisch auf die Steckdose gegeben werden (Fig. 2 rechts). Der Sender (Fig. 1) hat eine Besprechungseinrichtung zur Benachrichtigung der Empfangsstelle, auf welcher Frequenz und auf welche Art (symmetrisch oder unsymmetrisch) gesendet wird.

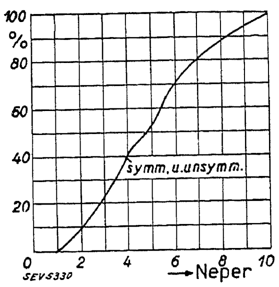


Fig. 3.
Häufigkeitskurve von 330 Messungen bei 160, 680 und 1100 kHz.

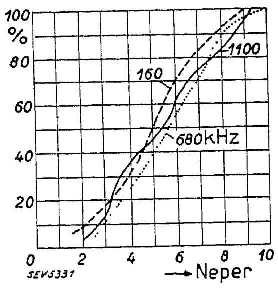


Fig. 4.
Zusammenstellung aller Messungen der symmetrischen Komponente.

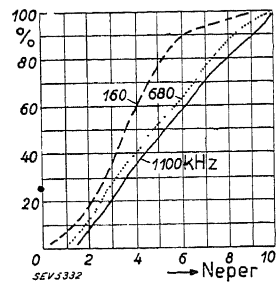


Fig. 5.
Zusammenstellung aller Messungen der unsymmetrischen Komponente.

Am Empfangsort wurde die Störspannung mit einem Netzanschluss-Superhet gemessen. Die Fadingregulierung war durch einen Stufenspannungsteiler ersetzt, und zur Anzeige der empfangenen Spannung diente ein Gleichstrominstrument im Anodenkreis der Gleichrichterröhre.

Die Messungen wurden vorzugsweise in der Nähe des Störers, d. h. im gleichen oder benachbarten Hause, vorgenommen; doch untersuchte man in einzelnen Fällen auch auf grössere Entfernungen, d. h. wo mehrere Häuser dazwischenlagen und von einer Bauzeile zur andern.

In den Fig. 3, 4 und 5 sind Messergebnisse in Form von Häufigkeitssummen-Kurven dargestellt. Aus Fig. 3 liest man beispielsweise ab, dass in 60 % aller Fälle die Dämpfung kleiner war als 5,5 Neper, während sie nur in 20 % aller Fälle unter 2,8 Neper blieb. Fig. 4 und 5 lassen die Zunahme der Dämpfung mit steigender Frequenz erkennen, wobei die relativ geringe Dämpfung für 160 kHz unsymmetrisch besonders auffällt. — (F. Eppen u. K. Müller, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 11 [1934], H. 7, S. 257.) *H. B.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Bau eines neuen Unterwerkes Letten des EW Zürich.

621.316.26(494)

Am 26. April 1936 bewilligten die Stimmberechtigten der Stadt Zürich mit 44 800 Ja gegen 9008 Nein auf Rechnung des EWZ einen Kredit von 3 242 000 Fr. für den Bau eines neuen Unterwerkes Letten.

Den Fachkreisen in Zürich und Umgebung gaben der Schweizer Wasserwirtschaftsverband und der Linth-Limmat-Verband am 22. April Gelegenheit, sich durch ein meisterhaftes Referat von Herrn Direktor W. Trüb vom EWZ über diese Vorlage orientieren zu lassen.

Unsere Leser kennen die Organisation der Energieversorgung unserer grössten Schweizer Stadt[1]), die heute rund 300 Millionen kWh umsetzt, bei einer Maximalbelastung von rund 75 000 kW. Wir beschränken uns daher auf die wesentlichsten Angaben, die wir z. T. der stadträtlichen Weisung an die Stimmberechtigten entnehmen:

Die *Energielieferung* erfolgt durch das Albula- und Heidseewerk, das Wäggitalwerk und das Limmatwerk Wettingen.

Die *Verteilung* ist zur Zeit folgendermassen charakterisiert: Haupttransformatorenstationen transformieren die ankommende Energie von 50 kV z. T. auf 11 kV (für die Aussengebiete), z. T. auf 6 kV für die inneren Stadtteile. Zur Versorgung der inneren Stadtteile bestehen drei Unterwerke: Drahtzug, Selnau und Letten (Haupttransformatoren 50/6 kV, Drehstrom-Einphasenstrom-Gleichstrom-Umformergruppen u. Batteriereserve), die durch 50 kV-, oder (Letten) durch 6 kV-Kabel an die Fernleitungen oder an die Haupttransformatoren angeschlossen sind. Diese drei Unterwerke speisen das Kraftnetz, das Lichtnetz und die Strassenbahn. Die Aussenquartiere werden von den Haupttransformatorenstationen durch ein Einheitsnetz direkt beliefert.

Das *Kraftnetz* wird mit Dreiphasenstrom von 6000 V betrieben; es beliefert zur Hauptsache die rund 25 000 Motoren des Werkes, ab zahlreichen Transformatorenstationen von 6000/3 × 500 V. Einzelne Grossabnehmer beziehen die Energie ab dem 6000-V-Primärnetz.

Das Lichtnetz wird durch Einphasenstrom von 2000 V (z. T. bereits 4000 V, künftige Spannung dieses Netzes) betrieben. Die in der Stadt verteilten Transformatorenstationen transformieren die Energie auf 2 × 220 V.

Die Strassenbahn wird über Gleichrichter mit 600 V Gleichstrom gespiesen.

Das Einheitsnetz. Die Aussengebiete werden durch direkte Transformierung ab Haupttransformatorenstationen gespiesen, Primärspannung 11 oder 6 kV, Sekundärspannung 380/220 V. Hier besteht keine Momentanreserve.

Ursprünglich war das 1903 erstellte Unterwerk Letten die einzige Unterstation zur Lieferung von Lichtenergie. Mit dem Anwachsen der Stadt wurde der Bau von zwei weiteren derartigen Werken nötig; das eine steht im Selnau, das andere im Drahtzug. Der Bau des Werkes Drahtzug wurde im Jahre 1919, jener von Neu-Selnau im Jahre 1930 beschlossen. Ein solches Unterwerk enthält in *einem* Gebäude in der Hauptsache folgende Apparate und Maschinen:

1. 50-kV-Schaltanlage.
2. 50/6-kV-Haupttransformatoren.
3. 6-kV-Schalt- und Verteilanlage.
4. Vier Umformergruppen für (Licht-) Wechselstrom mit Gleichstrommaschine und Akkumulatorenbatterien als Momentanreserve.

[1]) Siehe z. B. Bull. SEV 1930, Nr. 6, S. 209, und Nr. 6, S. 193, ferner Bull. SEV 1932, Nr. 9, S. 198.

5. 2-kV-Schalt- und Verteilanlage (Lichtstrom).
6. Gleichrichter zur Bedienung der Strassenbahn.

Das Unterwerk Drahtzug vermag 20 000 kVA, jenes im Selnau 30 000 kVA umzusetzen. Die beiden Unterwerke versorgen jene Stadtteile, deren Zentrum sie bilden. Das Gebiet der Kreise 5 und 6 wird von dem im Jahre 1903 erstellten Unterwerk Letten aus versorgt.

Notwendigkeit des Umbaus des Unterwerkes Letten.

Das System der Umformer, das in der Aera Wagner in Zürich eingeführt wurde, garantiert, dank der Akkumulatoren-Momentanreserve, eine sozusagen unterbruchlose Belieferung der Abonnenten, aber natürlich nur dann, wenn alle Einzelteile höchste Betriebssicherheit aufweisen. Im Unterwerk Letten, das nun seit 33 Jahren in Betrieb ist, besteht heute diese Betriebssicherheit in keiner Weise mehr. Damit kann auch das ganze Umformungssystem seinen Zweck, Gewährleistung eines unterbruchslosen Betriebes, nicht mehr erfüllen. Die mangelnde Betriebssicherheit zeigte sich besonders augenfällig am 19. April 1933, wo durch einen Brand im Kabelkanal 76 Kabel zerstört und damit fast alle Verbindungen zwischen der Unterstation und den Verteilnetzen unterbrochen wurden. Die veralteten Anlagen im Letten bilden eine der bedrohlichsten Stellen in der ganzen Energieverteilung des Elektrizitätswerkes. Dabei hat diese Verteilstation im gesamten Haushalt der städtischen Energiewirtschaft aber eine hervorragende Bedeutung, was aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Energieabgabe in Millionen kWh (1935)	Letten	Selnau	Drahtzug
Aufnahme in 6000 V	49	76,5	50
Abgabe in 6000-V-Drehstrom .	32,5	56,1	35,5
Abgabe in 2000-V-Wechselstrom	12	12,9	12,2
Abgabe in 600-V-Gleichstrom . .	4,5	7,5	2,3

Ein Nachteil besteht auch darin, dass Letten noch mit 6000 V gespiesen wird (von der Haupttransformatorenstation Guggach her), was grosse Verluste zur Folge hat.

Das Projekt.

Schon im Jahre 1932 wurde darum ein neues Unterwerk Letten projektiert, das mit Bezug auf die elektrische Ausrüstung den bestehenden Unterwerken Selnau und Drahtzug vollständig entsprochen hätte. Der Kostenvoranschlag belief sich indessen auf 4 900 000 Fr. Dieser hohen Kosten wegen wurde das Projekt neu bearbeitet und auf die Möglichkeit von Einsparungen überprüft.

Eine ganz beträchtliche Ersparnis ergibt sich, wenn der Umformerbetrieb aufgegeben und für die Erzeugung der Lichtenergie die direkte Transformierung verwendet wird. Alsdann fallen die aus je drei Maschinen bestehenden Umformergruppen und die grossen Akkumulatorenbatterien weg; das Gebäude kann wesentlich kleiner gestaltet werden. Das Lichtnetz wird dann durch Einphasentransformatoren gespeist, die je an zwei Polleiter der 6 kV-Sammelschiene angeschlossen werden. Eine Momentanreserve zur Ueberbrükkung von Speisungsunterbrüchen in den 50-kV-Leitungen ist freilich nicht mehr vorhanden. Aber solche Störungen sind heute kaum mehr zu erwarten, weil das Werk Letten von Anfang an von zwei Seiten her mit Hochspannungsenergie versorgt wird, nämlich einmal aus der Richtung Wettingen-Schlachthof und zweitens vom Selnau her. In den nächsten Jahren muss zudem in Oerlikon ein weiteres Unterwerk gebaut werden; es ist beabsichtigt, alsdann noch eine 50-kV-Leitung Oerlikon-Letten zu legen, womit eine dreifache Energiezufuhr bestehen wird. Wenn auch nicht zu erwarten ist, dass gleichzeitig alle drei Speiseleitungen unterbrochen werden, so ist doch noch eine weitere Sicherung geschaffen, indem sowohl vom Unterwerk Drahtzug als auch vom Selnau 6000-V-Leitungen nach Letten geführt sind, die nötigenfalls die Speisung der Lichttransformatoren im neuen Unterwerk übernehmen können. Endlich wird Letten mit dem Fernheizwerk der Eidgenössischen Technischen Hochschule verbunden und steht zudem in unmittelbarer Verbindung mit dem städtischen Kraftwerk Letten, das sich mit ihm im selben Gebäudeblock befindet. Durch diese Vereinfachung ergibt sich eine Einsparung von mehr als 1 600 000 Fr.

1. Der Bauplatz. Die Belieferung der Stadt mit elektrischer Energie ist während der Bauzeit aufrecht zu erhalten. Daher kann das neue Werk nicht an der Stelle des bestehenden errichtet werden, dessen Grundfläche übrigens auch nicht hinreichen würde. Anderseits darf die Entfernung von der alten Anlage nur gering sein, damit das bestehende Verteilnetz weiter benützt und mit möglichst geringen Kosten an das neue Unterwerk angeschlossen werden kann. Als Baustelle erweist sich darum ein Teil des Areals vom alten Kraftwerk Letten, zwischen Bahnhof Letten und Limmat, als sehr gut geeignet. Die Untersuchung des Baugrundes und aller örtlichen Verhältnisse hat ergeben, dass der Neubau so weit nach Süden verschoben werden sollte, dass noch ein Teil des Turbinengebäudes mit vier Turbinen abgebrochen werden muss. Dadurch verringern sich die Fundationskosten ganz bedeutend. Diese Verschiebung kann um so eher verantwortet werden, als das alte Kraftwerk auf alle Fälle in absehbarer Zeit gänzlich erneuert wird und für die Energie der vier schon jetzt abzubrechenden Turbinen noch während einiger Jahre keine Verwendung vorhanden ist.

2. Das Gebäude schliesst an den stehenbleibenden Teil des alten Maschinensaales so an, dass dieser mit der Montagehalle des neuen Gebäudes einen einzigen zusammenhängenden Raum bildet. Nur ist der Fussboden des neuen Teils um 1,5 m höher gelegt, damit bei einem allfälligen Bruch der Pumpen der Wasserversorgung die elektrischen Einrichtungen des Unterwerkes nicht beschädigt werden. Die grosse Halle ist so gestellt, dass sie später nach Westen, das heisst über den Wasserwerkkanal, verlängert werden kann und alsdann auch mit dem Maschinensaal des neuen Kraftwerkes einen einheitlichen Raum bildet. Auf dieses neue Kraftwerk ist bei der Projektierung übrigens in jeder Beziehung Rücksicht genommen worden. Aeusserlich stellt das Gebäude einen geschlossenen, flachgedeckten Baukörper von ungefähr 38 m Länge, 28 m Breite und 13 m Höhe mit rund 19 770 m³ umbauten Raumes dar. Den Hauptraum bildet die erwähnte grosse Halle, die die Kommandostelle und zwei Gleichrichter aufnimmt und später auch als Montagehalle des neuen Kraftwerkes dient. Im nördlich anschliessenden Gebäudeteil liegen die 50-kV-Anlagen mit den Schaltern und Transformatoren im Erdgeschoss und den Sammelschienen im Obergeschoss. Im Untergeschoss sind die Verteilanlagen für 6-kV-Drehstrom, 4-kV-Wechselstrom und Gleichstrom für die Strassenbahn untergebracht.

3. Die elektrischen Anlagen, 50-kV-Anlage und Haupttransformatoren. Für die Anschlüsse der 50-kV-Kabel ist ein besonderer Quertrakt vorgesehen, der auch die Zubehör der Oelkabel aufnimmt. Trenner und Erdungstrenner können direkt beim Kabel geschaltet werden. Zur 50-kV-Schaltanlage gehören ferner die Kabel- und Transformatorenschalter, das Doppelsammelschienensystem und die Apparate für Strom- und Spannungsmessung. Die Betriebsaufsicht wird erleichtert durch besondere Kontrollgänge, die mit der Kommandostelle in Verbindung stehen.

Es ist Platz vorhanden für vier Transformatoren 50/6 kV von je 10 000 kVA. Zur Aufstellung kommen vorerst zwei, später drei Stück, je nach der Entwicklung der Belastung. Die Zellen der Transformatoren sind von aussen her zugänglich; in ihrer Mitte ist eine Montagegrube. Die Kühlaggregate sind direkt an die Transformatoren angebaut; besondere Einrichtungen gestatten, die Verlustwärme im Winter für die Temperierung gewisser Räume auszunützen.

6000-V-Drehstromverteilung. Die 6000-V-Drehstromschaltanlage ist wie im Unterwerk Selnau im Untergeschoss installiert. Da nur öllose Schalter vorgesehen sind, ist eine Verqualmung nicht zu befürchten.

4000-V-Wechselstromverteilung. Anschliessend an die 6000-V-Schaltanlage und auf gleicher Höhe ist die 4000-V-Schaltanlage für das Wechselstromnetz untergebracht. Für das Lichtverteilnetz ist die Spannung von 4000 Volt vorgesehen, die bereits auch für die übrigen Teile der inneren Stadt in Vorbereitung ist. Es ist Platz vorhanden für die Hauptverteilanlage mit Doppelsammelschienen und zwei getrennte Lichtnetze mit insgesamt 35 Schaltern. Die Speisung der Anlage erfolgt durch zwei Einphasentransformatoren 6000/4000 V

von je 2500 kVA, für die ein dritter Transformator, betriebsbereit angeschlossen, als Reserve dient.

Gleichrichteranlage. Für die Versorgung der Strassenbahn sind zwei Gleichrichter von je 1100 kW vorgesehen. Diese selbst sind im Erdgeschoss in der grossen Halle aufgestellt, die zugehörigen Transformatoren, Saugdrosselspulen und Rückkühler im Untergeschoss. Für die abgehenden Speisekabel sind 14 Felder reserviert; die Bedienungsschalttafeln sind unterhalb der Kommandostelle eingebaut.

Kommandostelle. Den erhöhten Anforderungen des Betriebes entsprechend, werden alle Einrichtungen für die Ueberwachung der Anlagen, Messung und Fernsteuerung in einer zentralen Kommandostelle vereinigt. In den Kraftwerken hat sich die Anordnung schon seit Jahren durchgesetzt und auch die Erfahrungen im Unterwerk Selnau bestätigen ihre Vorteile. Vorgesehen sind Schaltpulte und Schalttafeln für die Generatoren der Wasserkraftanlage, 50-kV-Kabel, Transformatoren 50/6 kV, Transformatoren 6/4 kV, die Fernsteuerung der Gleichrichterstation Haldenegg, das Pumpwerk Hard der Wasserversorgung und deren Wasserstandsfernmelder. Unter der Kommandostelle liegt der Kabelboden mit allen Zuleitungen und Hilfseinrichtungen. Vom Bedienungsplatz aus ist der Blick frei auf alle Kraftwerkgeneratoren des jetzigen und des neuen Kraftwerkes und die Pumpengruppen der Wasserversorgung.

Montagehalle. In der Verlängerung der projektierten Wasserkraftanlage mit gleicher Bodenhöhe liegt die Montagehalle. Ein Kran von 10,5 m Spannweite bestreicht beide Räume. Im Boden befindet sich eine gewöhnlich mit Deckel verschlossene Oeffnung, durch die Transformatoren und übrige Apparate durch den Maschinensaalkran vom Erdgeschoss ins Untergeschoss verbracht werden können.

In den freien oberen Räumen sind untergebracht: Hilfsbatterie, Umformer, Bureau des Unterwerkchefs, Essraum des Personals, Garderobe, Toiletten und Magazine.

Verschiedenes. Die Induktionsregleranlage und die örtlichen Transformatorenstationen für 6000/500 Volt und 6000/380/220 Volt sind im Untergeschoss installiert.

Ein Aufzug für den Personen- und Warentransport führt vom Untergeschoss bis zum obersten Stock.

Kostenvoranschlag.

Der Kostenvoranschlag stellt sich wie folgt:

	Fr.
A. Bauliche Anlagen.	
1. Abbrucharbeiten	68 000
2. Gebäudekosten	621 000
3. Umgebungs- und Geleiseanlagen	42 500
4. Architekten- und Ingenieurhonorare, Bauleitung und Expertisen	49 000
5. Wasserabschliessungen und Wasserhaltung	21 500
6. Bauzinsen	40 000
Kosten der baulichen Anlagen	842 000
B. Elektromechanische Anlagen.	
1. 50-kV-Anlage einschliesslich Transformatoren 50/6 kV	405 000
2. 6-kV-Anlage	292 000
3. 4-kV-Anlage einschl. Transformatoren 6/4 kV	188 000
4. Gleichrichteranlage für die Strassenbahn	270 000
5. Kommandostelle einschliessl. Batterie, Ladeaggregat, Licht-, Kraft- und Telephonanlage	218 000
6. Kran, Werkstatt, Mobiliar	55 000
7. Sekundärtransformatorenanlage	75 000
8. Kabelkanäle und Kabel	280 000
9. Bauleitung und Bauzinsen	180 000
10. Provisorien während der Bauzeit	100 000
11. Unvorhergesehenes, etwa 6,6 % von Position 1 bis 10	137 000
12. Kabelkanäle u. Kabel in d. Wasserwerkstrasse	200 000
Kosten der elektromechanischen Anlagen	2 400 000
Gesamtkosten des Unterwerkes Letten	3 242 000

Die Aufwendungen für den Neubau der Unterstation Letten werden die Energieverteilung verbessern und die Betriebs-

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Mars 1935	Mars 1936
1.	Importations	en 10^6 frs	105,9	94,0
	(janvier-mars)		(293,1)	(268,5)
	Exportations		72,4	74,7
	(janvier-mars)		(200,1)	(192,4)
2.	Marché du travail: demandes de places		82 214	98 362
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	127	130
	Index du commerce de gros		86	91
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)		38 (76)
	Gaz cts/m³		27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg		6,17 (126)	6,08 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes		639	279
	(janvier-mars)		(1169)	(718)
5.	Taux d'escompte officiel %		2	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1358	1319
	Autres engagements à vue	10^6 frs	481	411
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1719	1513
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %		93,46	87,41
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		103	96
	Actions		111	108
	Actions industrielles		164	174
8.	Faillites		79	91
	(janvier-mars)		(232)	(292)
	Concordats		27	40
	(janvier-mars)		(80)	(109)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		29,3	24,6
			Pour le 4me trimestre 1934	Pour le 4me trimestre 1935
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF			
	Marchandises	en 1000 frs	47 642	47 744
	(janvier-décembre)		(188 042)	(176 518)
	Voyageurs		28 930	27 243
	(janvier-décembre)		(133 215)	(126 047)

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Avril	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	40/17/6	40/10/0	35/10/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	211/10/0	215/0/0	226/0/0
Zinc	Lst./1016 kg	16/0/0	16/1/3	13/2/6
Plomb	Lst./1016 kg	17/7/6	16/3/9	12/10/0
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50	fr. s./t	35.70	35.70	35.20
Charbon de la Saar I 35/50	fr. s./t	32.—	32.—	32.50
Anthracite belge	fr. s./t	51.—	51.—	52.50
Briquettes (Union)	fr. s./t	36.50	36.50	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	75.—	75.—	75.–
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	136.50
Caoutchouc brut	d/lb	7 7/16	7 9/16	5 3/4

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

sicherheit erhöhen. Der Betrieb wird in Zukunft im eigentlichen Unterwerk, in der Kraftstation und im Pumpwerk mit einem Minimum an Bedienung und Aufsicht geführt werden können. Die Energieverluste werden verkleinert, die Uebertragungsverluste auf der Strecke Guggach-Letten ganz unterdrückt. In der Haupttransformatorenstation Guggach kann ein Teil der 50-kV-Anlagen entfernt werden, was in den dortigen engen Räumen die Gefahren vermindert. Die alte Umformerstation Letten wird noch so lange in Betrieb gehalten, als der Zustand ihrer Maschinenanlagen dies gestattet. Es ist mit einer dreijährigen Bauzeit zu rechnen.

Verkauf des Kraftwerkes Bremgarten an die Gemeinde Brugg.

621.311(494)

Die Einwohnergemeinde Brugg genehmigte am 3. April 1936 den Vorvertrag, den der Gemeinderat mit dem Liquidator der A.-G. der Maschinenfabriken Escher Wyss & Cie., Zürich, über den Kauf des Kraftwerkes Zufikon bei Bremgarten abgeschlossen hatte. Der Kaufpreis beträgt 860 000 Fr. Die Uebernahme ist vorgesehen auf 1. Oktober 1936. Ferner erteilte die Gemeinde dem Gemeinderat die Vollmacht, die Kaufsobjekte und den damit in direktem Zusammenhang stehenden, mit der neuen Gesellschaft Maschinenfabriken Escher Wyss A.-G. für die Uebergangszeit vom 1. Okt. 1936 bis 30. September 1938 abgeschlossenen Energielieferungsvertrag unverändert an die Aargauischen Elektrizitätswerke zu übertragen.

Das Kraftwerk Zufikon bei Bremgarten wurde 1893 von der Escher Wyss Maschinenfabriken A.-G. zur Versorgung ihrer Zürcher Fabrikbetriebe erstellt. Es belieferte aber auch eine Reihe anderer industrieller Etablissemente in und um Zürich, und, ab der 18 km langen Freileitung nach Zürich, einige Gemeinden, und, als wichtigen Abnehmer, Wohlen. Im Laufe der Jahre traten in der Energieabgabe manche Veränderungen ein; besonders gingen zürcherische Abnehmer an das EWZ und an die EKZ über. Vor 6 bis 8 Jahren wurden die Turbinen erneuert. Der Neuwert der Anlagen, die zum Verkaufe gelangten, wird auf 1 600 000 Fr. geschätzt. Installiert sind 4 Turbinengruppen mit einer Leistung von zusammen 1300 kW und eine Gruppe zu 350 kW. Das Gefälle beträgt 3,6 bis 5,2 m, die mögliche Leistung ab Generatoren 820 bis 1060 kW; es kommen Spitzenleistungen bis 1450 kW vor. Das Werk kann etwa 8 Millionen kWh erzeugen, wovon etwa 58 % Winterenergie.

Miscellanea.

In memoriam.

Hans Zobrist †. In Aegypten verschied im Alter von 38 Jahren Herr Hans Zobrist aus Zürich, Mitglied des SEV seit 1924. Er verunglückte in der Nacht vom 21. auf den 22. März in seinem Auto auf der Fahrt von Kairo nach Tourah, wo er sich bei der Soc. Egyptienne des Ciments Portland als Betriebsingenieur in Stellung befand. Da er ohne Begleitung war und keine Augenzeugen vorhanden sind, sind die nähern Umstände des Unfalles nicht bekannt.



Hans Zobrist
1898–1936

Nachdem Hans Zobrist in Zürich eine Lehre als Elektro-Monteur absolviert hatte, entschloss er sich zum Studium an der Eidg. Technischen Hochschule, von der ihm im Jahre 1924 das Diplom als Elektro-Ingenieur erteilt wurde. Darauf übte er, durch die Umstände gezwungen, seine berufliche Tätigkeit ausschliesslich im Auslande aus. So arbeitete er von 1924 bis 1927 als Konstrukteur bei den Ateliers de Constructions de Charleroi in Belgien. Darauf zog ihn seine Unternehmungslust nach den Vereinigten Staaten von Amerika, wo er zuerst bei der American Brown-Boveri Corporation in Camden, N. J., und später bei der Allis Chalmers Mfg. Co. in Milwaukee, Wisc., als Montage-Ingenieur tätig war. Nach über sechsjährigem Aufenthalt in diesem Lande kehrte er anfangs 1934 zu seinen Angehörigen nach der Schweiz zurück, um schon im Oktober des gleichen Jahres in Aegypten bei der Soc. Egyptienne des Ciments Portland in Tourah eine Stelle als Betriebs-Ingenieur anzutreten. Leider war ihm dort nur eine kurze Tätigkeit beschieden.

Hans Zobrist erwarb sich während seines Studiums in der Schweiz und während seiner beruflichen Tätigkeit im Auslande durch seinen offenen Charakter und durch sein stets fröhliches Wesen zahlreiche Freunde, was besonders auch an der Trauerfeier in Kairo, an der mit dem Gesandten die ganze Schweizer Kolonie teilnahm, zum Ausdruck kam. Bei seinen Vorgesetzten war er, wo er sich auch befand, neben seinen beruflichen Kenntnissen und Fähigkeiten besonders auch wegen seines ungewöhnlichen Arbeitseifers hoch geschätzt. Diese Eigenschaften werden ihm bei allen seinen Freunden und Bekannten ein unvergessliches Andenken sichern.

Der Verstorbene war unverheiratet. Er hinterlässt in Zürich seine hochbetagte Mutter und seine Geschwister. Wir sprechen diesen unser herzliches Beileid aus. *Ae.*

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

EW St. Gallen. Herr Direktor *A. Zaruski,* unser hochverdienter Vizepräsident, tritt aus Altersgründen auf 1. Juni d. J. von der Leitung des Elektrizitätswerkes und der Trambahn St. Gallen zurück, nachdem er am 3. Februar d. J. das 40. Jubiläum treuer, erfolgreicher Tätigkeit im Dienste der Stadt St. Gallen hatte feiern können.

Gleichzeitig tritt Herr *J. Glanzmann,* Betriebschef der Trambahn, zurück, der während 38 Jahren im Dienste der Stadt gestanden hat. Bei dieser Gelegenheit beantragt der Stadtrat dem Gemeinderat insofern eine Umgestaltung der beiden Stellen, als der Posten eines Direktors des Elektrizitätswerkes zur Wiederbesetzung ausgeschrieben, für die Leitung der Trambahn aber eine besondere Stelle geschaffen werden soll.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er avril 1936.

Spälti fils & Cie, Ateliers électromécaniques, *Zurich*.

Marque de fabrique: plaquette.

Interrupteur sous coffret pour locaux secs et mouillés.

Exécution: interrupteur avec coupe-circuit, monté dans boîtier en fonte; plaque de base en résine artificielle moulée; levier.

Type JE3: commutateur de pôle étoile-triangle pour 250/500 V, 25/15 A, avec trois coupe-circuit (couplés dans les 3 positions d'enclenchement).

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission prescrites par le § 7 des «Conditions techniques pour lampes électriques à incandescence» (voir Bull. ASE 1935, No. 20, p. 578), subies avec succès, le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé à la maison mentionnée ci-dessous, à partir du 1er avril 1936, pour les

Lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, échelonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 1000 heures.

Flux lumineux nominale: 15, 25, 40, 65, 100, 125, 150 et 200 Dlm.

Tension nominale: entre 110 et 230 V.

Genre d'exécution: forme goutte, dépolies intérieurement et transparente, culot Edison ou à baïonnette.

	Marques:
Tungsram, Société Anonyme d'Electricité, *Zurich*.	TUNGSRAM METALLUM ORION

Retrait de la marque de qualité de l'ASE pour interrupteurs.

En base des articles 12, 14 et 15 du contrat relatif au droit à la marque de qualité de l'ASE, le droit à la marque de qualité de l'ASE est retiré à la firme

Interrupteurs Mercuria S. A., La Chaux-de-Fonds, 150, rue Numa Droz,

Marque de fabrique: $

pour les interrupteurs à mercure suivants:

1° Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A

A. pour montage sur crépi dans locaux secs:

interrupteur ordinaire unipolaire	schéma 0
interrupteur à gradation unipolaire	» I
inverseur unipolaire	» III

B. pour montage sous crépi dans locaux secs:

interrupteur ordinaire unipolaire	schéma 0
interrupteur à gradation unipolaire	» I
inverseur unipolaire	» III

2° Interrupteurs à tirage pour 250 V, 6 A

A. pour montage sur crépi dans locaux secs.

interrupteur ordinaire unipolaire	schéma 0
inverseur unipolaire	» III

B. pour montage sous crépi dans locaux secs.

interrupteur ordinaire unipolaire	schéma 0
inverseur unipolaire	» III

Annulation.

La firme

J. Hollenweger & Cie, Zofingue,

s'est dissoute.

Le contrat conclu avec elle quant au droit à la marque de qualité de l'ASE pour

conducteurs

est annulé et cette firme n'a plus le droit de fabriquer et de mettre en vente des cordons ronds munis du fil distinctif de qualité de l'ASE.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 22 mars est décédé en Egypte à l'âge de 38 ans, des suites d'un accident d'automobile, Monsieur *Hans Zobrist*, ing. dipl., chef de fabrication de la cimenterie de Tourah, membre de l'ASE depuis 1924. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil.

Un article nécrologique se trouve à la page 245.

Le 10 avril est décédé à l'âge de 50 ans, après une courte maladie, Monsieur *Jakob Winkler*, chef d'exploitation du Service de l'Electricité de Buchs (St-Gall). Nos plus sincères condoléances à la famille du défunt et à l'entreprise qu'il dirigeait.

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Dans la seconde séance, le 19 mars 1936, l'office de la station d'essai des matériaux pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électrodomestiques a examiné un projet de «conditions techniques pour poêles et casseroles pour cuisinières électriques de ménage» et un projet de «conditions techniques pour armoires frigorifiques électriques de ménage». Ces deux projets vont être mise à l'enquête publique par publication au Bulletin ASE. L'office étudia ensuite une proposition à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS au sujet de l'introduction d'une estampille d'essai de l'ASE pour appareils et ustensiles électriques. Il prit également acte d'un rapport de la station d'essai sur des essais effectués pour le compte de l'UCS. Ces essais portent sur le rendement et la durée de cuisson lors de l'utilisation de casseroles de différent diamètre sur une plaque de grandeur donnée. Les membres de l'UCS peuvent obtenir ce rapport au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

8[e] cours de soudure à l'arc électrique de l'ASE.

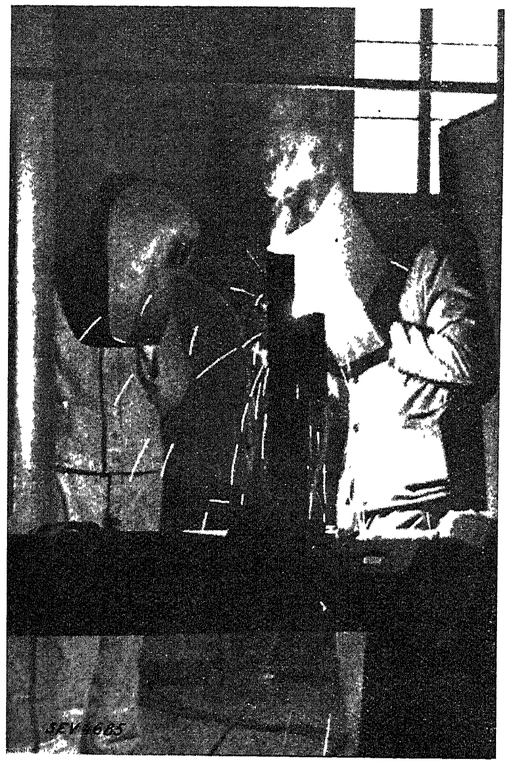
Les bonnes expériences faites avec les sept cours de soudure à l'arc électrique organisés jusqu'à présent par l'ASE à Zurich et Lausanne nous engagent à donner un nouveau cours à Zurich, du

lundi 25 mai au jeudi 28 mai 1936.

Ces cours ont pour but d'initier aux possibilités et à l'art de la soudure électrique ingénieurs, chefs d'exploitation, contremaîtres, artisans et ouvriers disposant de quelques notions élémentaires. Le programme prévoit trois demi-journées de cours théoriques et quatre demi-journées d'exercices pratiques. Les participants visiteront en outre les ateliers de soudure d'une grande usine métallurgique. Pour les exercices pratiques, les plus récentes machines de nos constructeurs suisses seront à disposition. Au cours de ces exercices, l'occasion se présentera de démontrer le soudage de pièces particulièrement intéressantes. Les participants sont invités à apporter eux-mêmes de telles pièces, après entente préalable.

Comme jusqu'à présent, le cours sera donné par M. A. Sonderegger, ing. dipl., ancien chef d'atelier de la maison Escher-Wyss. Pour couvrir les frais, il est perçu une finance de fr. 50.—.

On est prié de s'inscrire *jusqu'au 20 mai 1936* au plus tard auprès du *secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8,* qui donnera volontiers tous les renseignements désirés. Dans l'inscription, on est prié d'indiquer la position du participant dans sa profession, afin qu'on puisse tenir compte dans la mesure du possible des besoins de tous les participants.



Fondation Denzler.

Proclamation des lauréats du deuxième Concours de la Fondation Denzler, à l'occasion de la journée de discussion de l'ASE à Zurich, le 18 avril 1936.

Comme on le sait, le regretté D[r] Denzler, mort en 1919, a fait un leg à l'ASE que celle-ci gère sous le nom de Fondation Denzler, et dont les intérêts sont destinés à récompenser des travaux du domaine de l'électrotechnique pratique. Conformément à l'art. 3 des statuts, la commission de l'ASE pour la Fondation Denzler décida, d'accord avec le comité de l'ASE, de mettre au concours la question suivante:

«Etude de la question de la mise à la terre directe et de la mise à la terre par le neutre dans les réseaux à basse tension et des installations intérieures, en tenant particulièrement compte des conditions créées par la nouvelle ordonnance fédérale.»

La mise au concours fut publiée au Bulletin ASE 1933, No. 12; pour la livraison des travaux, il fut accordé un délai d'un an, jusqu'au 10 juin 1934.

A cette date, 6 travaux furent présentés, dont 2 en français et 4 en allemand. Ce sont, par ordre alphabétique des devises: «Glânures», «Hütet euch am Morgarten», «Pfalz», «Praxis», «Ruszer» et «Voici la ‚terre' promise . . .».

L'examen de ces 6 travaux, qui sont tous faits avec beaucoup d'application, fut confié à des experts; cependant, les membres de la commission les ont aussi examinés, afin de pouvoir les juger avec le plus d'impartialité et de recul possible.

En général, aucun des travaux ne répond pleinement aux questions posées. Dans trois, les conditions sont à peu près remplies, tandis que les trois autres traitent plutôt des problèmes d'espèce. Des principes nouveaux ne ressortent d'aucun de ces travaux.

Entre temps le Bulletin ASE (1934, Nos 24, 25 et 26) a publié sur le même sujet une étude de Monsieur Wettstein, chef d'exploitation des EKZ. Cette étude mérite d'être mentionnée ici, car c'est une synthèse critique d'une rare clarté, qui a sans doute rendu plus sévère le jugement de la commission. Tant au point de vue de la brièveté qu'à celui de la clarté et de la conception, aucun des travaux présentés ne se rapproche de celui de M. Wettstein, ce qui ne veut pas dire que ceux du concours aient été faits avec moins d'enthousiasme et d'application. Au contraire, les candidats ont tous droit à la reconnaissance générale pour l'effort qu'ils ont fourni dans le but de servir l'électrotechnique.

Pour récompenser les meilleurs travaux du concours, la commission disposait d'une somme de fr. 4000.—; elle décida d'attribuer un premier prix de fr. 2000.—, un second prix de fr. 1000.— et deux troisièmes prix de fr. 500.— chacun. Le classement arrêté par la commission est le suivant:

1[er] prix:	devise «Ruszer».
2[e] prix:	» «Hütet euch am Morgarten».
3[e] prix (ex aequo):	» «Voici la terre promise» et «Praxis».
5[e] rang:	» «Pfalz».
6[e] rang:	» «Glânures».

L'ouverture des enveloppes en présence de l'assemblée a donné les lauréats suivants:

1[er] prix:	Loertscher Leonidas, ing. dipl., Zurich 3.
2[e] prix:	Grossen Marcel, ing. dipl., Berne.
3[e] prix (ex aequo):	Monney Alfred, ing. dipl., Fribourg et Ludwig J., ing., Berne.

Les enveloppes contenant les noms des auteurs des travaux non primés restent fermées. Ceux-ci sont priés d'indiquer jusqu'au 20 mai prochain une adresse à laquelle le secrétariat général, comme mandataire de la commission,

puisse retourner les travaux non primés avec les enveloppes fermées.

Appréciation des travaux présentés.

1° Devise «Ruszer».

Cette étude, très volumineuse, se divise en deux parties. La première traite d'une façon élémentaire, sans aucune formule mathématique, la question de la mise à la terre. La seconde partie, pièce de résistance de l'étude, contient les déductions mathématiques nécessaires. Malgré cela, l'auteur a su se restreindre à ce qui est indispensable en pratique. Cette division entraîne de nombreuses répétitions. La première partie n'est pas superflue, car elle permet au personnel subalterne des centrales de s'initier au problème compliqué de la mise à la terre directe et par le neutre sans être incommodé par des formules mathématiques. Dans la seconde partie, le chapitre consacré à la mise à la terre directe et par le neutre est le meilleur de tout le travail. Il fait preuve d'une étude approfondie et est complété de bons exemples numériques. Les coupe-circuit ne sont pas suffisamment mis en valeur et le côté économique du problème mérite plus d'attention. L'auteur a omis d'émettre des conclusions qui auraient fait ressortir les principaux points de l'exposé. Dans cette étude approfondie et assidue, mais trop longue, l'auteur donne une solution en général correcte du problème posé, sans toutefois produire quelque chose de neuf. L'auteur s'est cependant efforcé d'apporter de la clarté dans tous les détails, sans perdre jamais le sens critique.

2° Devise «Hütet euch am Morgarten».

Après le premier prix, c'est ce travail qui se rapproche le plus de ce qu'attendait le jury. L'auteur a saisi le problème et l'a traité correctement, mais sans grand sens critique. Les prescriptions sont bien interprétées et mises en valeur correctement. Ce travail n'apporte aucune solution nouvelle au problème; plusieurs considérations font défaut. L'auteur ne s'est pas efforcé au même point que le précédent à éclaircir tous les détails. Cependant, il a procédé systématiquement. L'auteur donne l'impression de bien posséder la matière.

3°a Devise «Voici la terre promise».

L'auteur n'a pas examiné la question sous tous ses aspects. Cependant, il s'est attaqué à un nouveau côté du problème, ce qui donne à son travail une note originale. Il fournit une contribution intéressante au problème du calcul du potentiel des conducteurs de phase et du neutre contre la terre dans les réseaux sans mise à la terre. Les problèmes de mise à la terre directe ou par le neutre comme tels ne sont traités que superficiellement. L'auteur propose un nouvel interrupteur de protection pour les réseaux où le neutre ne peut pas être mis à la terre. Cependant, pour que cet interrupteur fonctionne correctement, il faut que les conditions prévues par l'ordonnance fédérale pour la mise à la terre par le neutre soient remplies, ce que l'on ne peut admettre, car dans ce cas il est judicieux d'appliquer la mise à la terre par le neutre et de la préférer à un montage de protection que l'auteur lui-même n'a pas étudié jusque dans ses dernières conséquences.

3°b Devise «Praxis».

L'auteur ne donne qu'une solution partielle au problème posé. La méthode de calcul originale qu'il indique peut être considérée comme une contribution intéressante à l'étude du problème. Cependant il est peu probable qu'on lui attribuera une certaine importance dans la pratique. L'auteur s'est efforcé de pénétrer dans une question de détail, ce qui lui a réussi. Toutefois plusieurs choses manquent: par exemple des cas importants de perturbations ne sont pas même mentionnés. Les prescriptions fédérales sont en parte faussement interprétées.

5° Devise «Pfalz».

Par suite d'une fausse interprétation des prescriptions, l'auteur tire des conclusions fausses aussi bien pour la mise à la terre directe que pour la mise à la terre par le neutre. Cependant, l'auteur a mieux traité la mise à la terre par le neutre que la mise à la terre directe. Un examen critique des ordonnances et prescriptions fait défaut et l'auteur ne propose aucune solution nouvelle. Dans son ensemble le travail serait bon, mais ne peut être reconnu, car il part de prémisses erronées.

6° Devise «Glânures».

Ce travail manque de consistance et se lit difficilement. L'auteur examine quelques questions sans grandes relations entre elles. Il ne fait qu'effleurer le problème fondamental et n'expose pas d'une manière critique les nouvelles prescriptions. Les commentaires isolés de quelques unes de ces prescriptions semblent plutôt obscurcir leur compréhension. Les deux tiers du travail sont consacrés à un nouveau dispositif, le «mangeur de fusibles», dont les propriétés et applications sont encore fort douteuses. On peut considérer ce travail comme un essai de solution nouvelle du problème, mais sans grand succès.

Journée de la haute fréquence

de l'Association Suisse des Electriciens

Samedi, 9 mai 1936

au «Collège» d'Yverdon.

PROGRAMME:

10 h 45 à 12 h 45:

Conférence de M. le professeur *E. Juillard*, Lausanne, sur

«Les transmissions par courants porteurs sur les lignes à haute tension.»

Conférence de M. le professeur *H. Zickendraht*, Bâle, sur

«La propagation des ondes électromagnétiques» (en allemand).

13 h: Déjeuner à l'hôtel du Paon; prix fr. 5.— env., tout compris.

15 h: Départ en cars postaux pour la visite du poste émetteur national de Sottens (prix du trajet aller et retour: environ fr. 3.70).

18 h (env.): Arrivée à Yverdon.

Les membres de notre Association sont invités à participer activement et en grand nombre à cette manifestation, en particulier ceux qui s'intéressent aux problèmes de la haute fréquence.

Un appareil de projection avec épidiascope sera à la disposition de Messieurs les conférenciers et de ceux qui voudront prendre part à la discussion.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 10 | Vendredi, 15 Mai 1936

Materialausnützung und Wirkungsgrad elektrischer Maschinen.

Von *H. Rikli*, Zürich.

621.3.017 8 : 621.313

Nachdem der Autor das Erwärmungsproblem und den Einfluss des Wirkungsgrades auf die Betriebskosten besonders von Turbogeneratoren gestreift hat, behandelt er den Einfluss der Dimensionen und damit der Materialausnützung auf den Wirkungsgrad und zeigt, wie das Problem der Materialausnützung in erster Linie ein Problem der Rotorkonstruktion (Turbomaschinen) ist. Hierauf werden einige moderne Turborotorkonstruktionen besprochen und verglichen.

Après avoir effleuré le problème de l'échauffement et de l'influence du rendement sur les frais d'exploitation en particulier des turbogénérateurs, l'auteur examine l'influence des dimensions et, partant, de l'utilisation des matériaux sur le rendement, et démontre que ce dernier problème touche en premier chef la construction des rotors. Pour terminer, l'auteur décrit et compare entre elles quelques exécutions modernes de rotors pour turbogénérateurs.

Die Frage der Materialausnützung in elektrischen Maschinen ist in erster Linie eine Erwärmungsfrage. Für die Erwärmung elektrischer Maschinen bestehen in den einzelnen Ländern schon seit vielen Jahren Normen. Auch die Regeln für elektrische Maschinen der Commission Electrotechnique Internationale, denen die SREM (Regeln des SEV) ensprechen, enthalten Bestimmungen über die Erwärmung. Diese Normen erfuhren für einzelne Maschinenkategorien mit der Zeit eine gewisse Aenderung, indem für diese, sofern die Isolation aus Mikanit oder Asbest besteht, höhere Erwärmungen zugelassen wurden als für sogenannte normale Maschinen. So sind bei Turbogeneratoren im Rotor heute allgemein auch nach den SREM Erwärmungen bis 90° C zulässig, und da diese Erwärmung aus der Widerstandszunahme errechnet wird, so werden die lokalen maximalen Erwärmungen z. T. noch erheblich höher liegen. Diese Abweichung von der sonst geltenden Regel (75 bis 80° C aus Widerstandszunahme) hat wohl ihren Grund in der äusserst gedrängten Bauart der Rotoren von Turbogeneratoren, welche eine Kühlung sehr erschwert. Auch für die Statorwicklung dieser Kategorie werden hie und da höhere Erwärmungen zugelassen als bei andern Synchronmaschinen, obschon hier kaum ein zwingender Grund vorhanden ist.

Dass übrigens auch diese maximal zulässigen Erwärmungsspitzen noch lange nicht die praktische Grenze bilden, über die hinaus eine wirkliche Gefährdung durch Zerstörung der Isolation zu befürchten ist, bewiesen z. B. schon längst die alten Maschinen der Niagara-Falls-Station, welche nach Angaben von Newbury [1]) folgende Temperaturen während der angegebenen Zeiten ausgehalten haben, ohne sichtbaren Schaden zu nehmen: Bis 145° C während 40 000 Betriebsstunden, 145 bis 175° C während 14 000 Stunden, 175 bis 210° C während 8000 Stunden, 210 bis 245° C während 2600 Stunden und 245 bis 285° C noch während 100 Stunden.

Mit zunehmender Erwärmung treten aber noch andere Beanspruchungen auf als nur direkter Wärmeeinfluss auf die Isolationsmaterialien. Durch Ausdehnung der Wicklung bei der Erwärmung und wieder erfolgende Kontraktion bei der Abkühlung in den Betriebspausen oder bei reduzierter Belastung entstehen unter Umständen unliebsame Erscheinungen, die sich nicht nur in einer mit der Zeit fortschreitenden Zermürbung der Isolation, sondern sogar in Deformationen der Wicklungen selbst bemerkbar machen können, und es ist dann Sache der Konstruktion, das Mass der Ausdehnung in Rechnung zu stellen.

Diese Erscheinung soll hier aber nicht weiter verfolgt werden, sondern eine andere Folge der Erwärmung, bzw. der sie bedingenden Materialbeanspruchungen: ihr Einfluss auf den Wirkungsgrad.

Bei zunehmender Belastung steigt, besonders bei schnellaufenden Maschinen, der Wirkungsgrad zuerst, um von einer gewissen Belastung an wieder langsam zu sinken. Dieser Verlauf der Wirkungsgradkurven (Fig. 1) ist allgemein bekannt.

Aber auch diese direkte Abhängigkeit von der jeweiligen Belastung soll hier nicht weiter interessieren. Es soll vielmehr untersucht werden, wie der Wirkungsgrad sich ändert, wenn bei gegebener Leistung und bei gleicher Erwärmung durch kon-

[1]) Trans. Amer. Inst. Electr. Engr. 1916, S. 1489.

struktive Massnahmen die Dimensionen wesentlich reduziert werden können.

Gerade in der Schweiz, einem der an Rohstoffen ärmsten Länder, besteht ein besonderes Interesse, die Material sparenden, zweckmässigsten Konstruktionen zu verwenden, um mit der ausländischen Konkurrenz Schritt halten zu können. Nun wird allerdings der Wirkungsgrad einer elektrischen Maschine nur in wenigen Fällen bei Konkurrenzangeboten eine direkte Rolle spielen, und, wenn auch beurteilt, bei kleineren Differenzen kaum ausschlaggebend sein. Eine Maschinengattung wird hier freilich eine Ausnahme machen: die Turbogeneratoren. Bei Turboaggregaten nämlich, bei denen ja der Dampfkonsum in weitaus den meisten Fällen *die* ausschlaggebende Rolle spielt, wird auch der Wirkungsgrad der betreffenden Generatoren dem gleichen Kriterium unterworfen sein. Das heisst, sowohl Dampfkonsumzahlen der Turbine, als auch Generatorwirkungsgrad werden bei Beurteilung von Konkurrenzeingaben kapitalisiert und erscheinen dann in einem ganz anderen direkten Verhältnis zum Maschinenpreis.

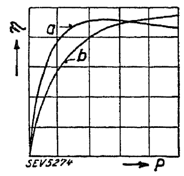


Fig. 1.
Wirkungsgrad in Funktion der Belastung:
a bei Langsamläufern,
b bei Schnelläufern.

Bei x % Wirkungsgraddifferenz betragen die jährlichen Ersparnisse, bzw. Mehraufwendungen:

$$\frac{x \cdot D \cdot P \cdot Z \cdot K}{V \cdot 1000}$$

Hierin bedeutet:
- D den spezifischen Dampfkonsum pro kWh.
- P die mittlere Leistung der Gruppe in kW.
- Z die Zahl Betriebsstunden pro Jahr.
- K den Preis der Kohle pro Tonne.
- V die Verdampfungsziffer der Kesselanlage.

Je nach Verzinsung und Abschreibung wird der kapitalisierte Betrag 10- bis 12mal so hoch sein. Das heisst, die Mehraufwendung für eine Gruppe höheren Wirkungsgrades dürften 10- bis 12mal grösser sein als die jährlichen Ersparnisse ausmachen, ohne dass eine solche Gruppe preislich im Nachteil wäre. Eine Nachrechnung ergibt, dass schon bei nur 1 % Differenz im Dampfkonsum oder Wirkungsgrad ganz erhebliche Kapitalbeträge herauskommen, um welche eine solche Gruppe teurer sein darf. Umgekehrt heisst das also, dass zu untersuchen wäre, ob und wie weit mit besserer Materialausnützung (billigere Maschinen) eine ins Gewicht fallende Wirkungsgradverschlechterung eintritt.

Es soll nun untersucht werden, wie sich der Wirkungsgrad einer in allen Teilen höchst ausgenützten Maschine ändert, wenn durch gleichmässige Vergrösserung der linearen Dimensionen die Maschine entsprechend grösser und schwerer gebaut wird.

Zunächst wird sicher eine Steigerung der Ventilationsverluste eintreten, auch wenn die nötige Kühlluftmenge gar nicht zunimmt, denn die Luftreibungsarbeit eines Zylinders steigt mit der dritten Potenz der Umfangsgeschwindigkeit und linear mit der Oberfläche, also steigt die totale Luftreibungsarbeit mit der fünften Potenz der linearen Dimensionen. Da aber diese reine Luftreibungsarbeit des Rotors bei 3000tourigen Turbogeneratoren von einigermassen grösserer Leistung stets einen erheblichen Teil der gesamten Ventilationsverluste ausmacht, werden diese sicher auch steigen, selbst wenn es gelingen sollte, die Leistung der Ventilatoren zufolge vielleicht kleineren Druckes etwas zu vermindern.

Auch die Lagerreibung wird grösser ausfallen, und zwar steigt diese mit der dritten Potenz der linearen Lagerabmessungen.

Die Magnetisierungsverluste erfahren eine Verminderung proportional der linearen Vergrösserung, weil die Verluste pro Volumeneinheit etwa mit der vierten Potenz der linearen Vergrösserung abnehmen, und das Gesamtvolumen mit der dritten Potenz zunimmt.

Die Stromwärmeverluste im Stator (Kurzschlussverluste) zerfallen in Ohmsche Verluste in der Statorwicklung, denen zweckmässig noch die Zusatzverluste in der Wicklung selbst zugerechnet werden, und in sogenannte sekundäre Zusatzverluste in den Konstruktionsteilen, vor allem in den Stirnräumen und auf der Rotoroberfläche. Die Ohmschen Verluste werden linear mit dem Grad der Vergrösserung abnehmen, da die Längen proportional mit der Vergrösserung und die Querschnitte proportional mit deren Quadrat zunehmen. Anderseits werden aber die Zusatzverluste in der Wicklung mit der linearen Vergrösserung ebenfalls zunehmen, hauptsächlich wegen der Vergrösserung der Leiterdicken. Auch die sogenannten sekundären Zusatzverluste werden kaum eine Verkleinerung erfahren, da der Verkleinerung der linearen Strombelastung eine ebenso stark wirkende Vergrösserung der Oberflächen eintritt, welche der Sitz dieser Verluste sind. Im ganzen werden die Kurzschlussverluste von einer Aenderung der linearen Dimensionen kaum stark beeinflusst.

Die Erregungsverluste werden in erster Linie aus den gleichen Gründen wie die Ohmschen Verluste in der Statorwicklung linear mit der Vergrösserung abnehmen. Da jedoch die magnetischen Querschnitte im Rotor ungefähr gleich bleiben sollen (gleicher Flux), so wird für die Wicklung ein verhältnismässig grösserer Raum zur Verfügung stehen, so dass ihre Querschnitte mehr als proportional dem Quadrat der linearen Vergrösserung zunehmen können, wodurch eine mehr als lineare

Verkleinerung der Erregungsverluste möglich wird. Der Verlustposten für die Erregung ist jedoch an und für sich nicht gross, weshalb seine Veränderung nicht sehr ins Gewicht fällt.

Je nach der prozentualen Verteilung der einzelnen Verlustposten auf die Gesamtverluste werden mit einer Dimensionsveränderung Verlustzunahmen oder -abnahmen verbunden sein. Im allgemeinen werden aber diese Differenzen bei Volllast klein sein. Hingegen ist aus obigen Vergleichen ohne weiteres ersichtlich, dass bei Teillasten eine Dimensionsvergrösserung sicher eine zum Teil wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades mit sich bringt, wegen des überragenden Einflusses, den hier dann die Ventilationsverluste und die Lagerreibung haben. Ja, dieser Einfluss wird bei grossen Einheiten von solcher Bedeutung sein, dass eine Dimensionsvergrösserung schon bei Vollast mit einer deutlichen Verschlechterung des Wirkungsgrades verbunden sein wird, da bei diesen mit ihren notgedrungen hohen Umfangsgeschwindigkeiten die Ventilationsverluste und namentlich die eigentlichen Luftreibungsverluste des Rotors immer mehr ins Gewicht fallen.

Es wird also auch vom Standpunkt der Wirkungsgradbeurteilung aus preislich von Vorteil sein, eine möglichst gedrängte Konstruktion mit höchster Materialausnützung anzustreben.

Es wird dabei allerdings nicht so verfahren werden können wie bei dieser Betrachtung angenommen wurde, dass einfach eine gleichmässige lineare Veränderung der Dimensionen vorgenommen wird, weil man hiebei bald auf Grenzen stossen würde, die einen Erfolg illusorisch machen. Vielmehr werden zweckmässig solche Veränderungen vorgenommen werden müssen, welche einer Weiterentwicklung praktisch keine Grenzen setzen. Für den grundsätzlichen Ueberblick über den Einfluss der Dimensionen auf den Wirkungsgrad war es nötig, von einer relativ einfachen Voraussetzung auszugehen, wenn auch deren Annahme von der Wirklichkeit erheblich abwich. Eine genaue Untersuchung bei Berücksichtigung der praktisch möglichen Veränderung ist wohl nur von Fall zu Fall an Hand von Beispielen durchführbar. Dabei bleiben aber die oben erwähnten Schlussfolgerungen über die verschiedenen Einflüsse doch bestehen.

Es sind eigentlich nur zwei Umstände, welche die Grösse einer elektrischen Maschine bestimmen: die Belastung des Eisens und die Belastung des Wicklungsmaterials (in der Hauptsache des Kupfers). Die elektrischen Eigenschaften des Kupfers haben sich seit Beginn der Entstehung elektrischer Maschinen kaum geändert. Die Leitfähigkeit des Kupfers ist seit Jahrzehnten praktisch immer gleich; auch beim Aluminium, das in neuerer Zeit mehr in Anwendung kommt, trifft das mehr oder weniger zu. Anders beim Eisen, besonders beim Dynamoblech. Da sind in den letzten Jahrzehnten und besonders in den allerletzten Jahren gewaltige Fortschritte gemacht worden, hauptsächlich was die Verkleinerung der Verlustziffer anbelangt, wo auch jetzt noch ständig Verbesserungen erzielt werden. Man sollte also meinen, dass in diesen Fortschritten der Weg zu suchen sei, auf welchem eine bessere Materialausnützung möglich ist. Sicher ist es dank der bedeutend besseren Blechsorten heute möglich, bis zu einem gewissen Grad besser ausgenützte, also kleinere und billigere elektrische Maschinen zu bauen als noch vor etwa 10 Jahren. Aber das hilft nicht über die Tatsache hinweg, dass in einem Punkte bei dem Dynamoblech in den letzten Jahren leider fast gar keine Verbesserung eingetreten ist und leider auch kaum eine Verbesserung zu erwarten ist, nämlich in der Magnetisierung. Leider hat das Eisen seinen Sättigungsgrad (ca. 20 000 Gauss), bis zu welchem die Magnetisierung mehr oder weniger steil ansteigt, jedoch sind die Unterschiede in den aufzuwendenden Amperewindungen für eine bestimmte Induktion namentlich bei höheren Sättigungen, von 15 000 bis 20 000 Gauss, nicht sehr gross. Der Vorteil der neuen niederwattigen Blechsorten liegt in der Verlustverminderung, was natürlich sehr wertvoll ist; eine bessere Ausnützung, also eine wesentliche Querschnittverminderung für einen bestimmten Kraftlinienfluss vermögen sie nicht zu bieten. Eine neue elektrolytisch hergestellte Blechsorte macht hievon scheinbar eine kleine Ausnahme, fällt aber wegen anderer Eigenschaften (nur in sehr dünnen Blechen herstellbar) praktisch kaum in Betracht. So bleibt also für eine bessere Materialausnützung kein anderer Weg offen, als das alte, in den letzten Jahrzehnten durch nichts verbesserte Kupfer mehr und mehr zu beanspruchen, um dadurch zu kleineren Dimensionen auch im Eisen zu kommen.

Man nähert sich also wieder dem ersten Fall der einfach grösser werdenden Belastung einer bestehenden Maschine, wo, wie man aus Erfahrung weiss, bei schnellaufenden Maschinen der Wirkungsgrad mit zunehmender Belastung bis weit hinauf ebenfalls zunimmt. Nur wird es jetzt der Kunst des Konstrukteurs vorbehalten bleiben, die Maschine so zu bauen und zu kühlen, dass nirgends die vorgeschriebenen Temperaturgrenzen überschritten werden.

Der Konstruktionsteil, an dem diese Forderungen am schwierigsten ausführbar sind, ist der Rotor einer elektrischen Maschine, besonders bei Turbogeneratoren, wo Flux und Erregerwicklung ohnehin auf engsten Raum zusammengedrängt sind. Im Stator wird es verhältnismässig leicht sein, eine wesentliche Leistungssteigerung zu erzielen, weil dort immer die Möglichkeit besteht, Vergrösserungen von gewissen Dimensionen vorzunehmen, ohne die Maschine erheblich teurer zu machen.

Die vermehrte Materialausnützung einer elektrischen Maschine wird also speziell bei Turbogeneratoren, denen unsere Betrachtungen ja in erster Linie gelten, immer ein Problem der Rotorkonstruktion bleiben.

Es gibt Konstruktionen von Turborotoren — ich denke da in erster Linie an englische Bei-

spiele —, bei denen die Rotorkühlung fast ausschliesslich von dessen Oberfläche her erfolgt. Dass dabei nur eine bescheidene Strombelastung pro cm Bohrungsumfang erreicht werden kann, liegt auf der Hand, denn die reine Mantelfläche eines Rotors ist im Verhältnis zu den Erregungsverlusten sehr klein, besonders bei grösseren Einheiten, weil ja die Erregungsverluste unter sonst gleichen Verhältnissen (d. h. elektrischen Beanspruchungen) mit der dritten Potenz der linearen Dimensionen zunehmen, die Oberfläche aber nur mit deren Quadrat. Eine solch reine Oberflächenkühlung wird also nur bei relativ kleinen Einheiten noch einigermassen wirtschaftlich sein können.

Die meisten Konstruktionen von Turbogeneratoren weisen denn auch für den Rotor eine mehr oder weniger wirksame Innenventilation auf, um die wirksame Kühlfläche zu vergrössern und die Wärme mehr am Ort ihrer Entstehung abführen zu können. Bekannt sind Konstruktionen, bei denen unterhalb der eigentlichen Wicklungsnuten noch

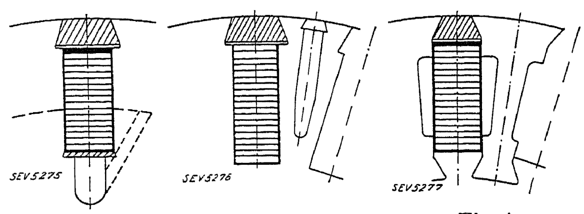


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.
Rotorkonstruktionen.

Ventilationskanäle angeordnet sind, durch welche die Kühlluft mit relativ grosser Geschwindigkeit hindurchstreicht und meist in Maschinenmitte durch schräg in die Zähne gebohrte Löcher oder durch Umfangsnuten entweichen kann (Fig. 2). Die Verluste, die von einem Rotor solcher Konstruktion abgeführt werden können, sind, bezogen auf seine zylindrische Mantelfläche, ca. 7 kW/m². Auf dem europäischen Kontinent verwenden Brown, Boveri und Siemens-Schuckert diese Konstruktion.

Eine bedeutend intensivere innere Kühlung führte der Verfasser schon im Jahre 1910 in die Praxis ein. Sie ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Die inneren Kühlkanäle sind als tiefe radiale Nuten in die zwischen den Wicklungsnuten liegenden Rotorzacken eingefräst und aussen durch Keile verschlossen, die in der Maschinenmitte durch Oeffnungen die erwärmte Luft entweichen lassen. Die Konstruktion weist gegenüber derjenigen von Fig. 2 verschiedene Vorteile auf. Der Querschnitt der Kühlnuten kann grösser ausgeführt werden, und ihre Kühlfläche ist wegen deren schlanken Form ebenfalls wesentlich grösser. Weiter hat der Wärmefluss von der Wicklung bis zur Kühlfläche der Nut nur einen sehr kurzen Weg von grossem Querschnitt zurückzulegen. Diese Umstände bewirken, dass solche Rotoren mit einer Erregungsenergie von 10 bis 12 kW/m² zylindrischer Rotoroberfläche belastet werden können. Ferner wird die mechanische Beanspruchung der Rotorzacken durch den Wegfall von hauptsächlich im Zahnkopf gelegenem Material bedeutend reduziert, ohne dass die wichtigsten magnetischen Querschnitte eine Verengung erfahren. Diese günstigen Kühlverhältnisse ermöglichten schon 1916, für die Rotorwicklung grosser Turboeinheiten mit Umfangsgeschwindigkeiten von 140 m/s und mehr Aluminium einzuführen, was eine weitere, sehr wünschenswerte Reduktion der mechanischen Beanspruchungen im Rotor mit sich brachte und erst ermöglichte, grosse 3000tourige Einheiten von 70 000 bis 100 000 kVA mit relativ bescheidenen mechanischen Beanspruchungen auszuführen. Als erste Gross-Generatoren dieser Art wurden nach den Ideen des Verfassers die drei Turbogeneratoren der Zentrale St-Denis der Electricité de Paris durch Jeumont und Charleroi ausgeführt. Jeder dieser Generatoren hat eine Leistung von 72 000 kVA bei 3000 U/min.

Eine Konstruktion, welche ebenfalls recht gute Kühlverhältnisse aufweist, ist der Rotor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. Die Konstruktion ist im Prinzip in Fig. 4 dargestellt. Die Kühlluft bestreicht direkt die allerdings nach aussen isolierten, in Formen gebackenen Rotorspulen. Zur besseren Wirkung kann die Isolationsumpressung stellenweise ausgespart werden. Die Rotoren der drei oben genannten Generatoren in St-Denis weisen eine ähnliche Konstruktion auf. Die Belastbarkeit dieser Rotoren bei normaler Erwärmung scheint auch etwa bei 12 kW/m² zylindrischer Mantelfläche zu liegen.

Versuche, die der Verfasser in den letzten Jahren gemacht hat und bereits an zwei grossen Einheiten von 20 000 bis 30 000 kW erproben konnte, haben gezeigt, dass es möglich ist, die Verlustbelastung pro 1 m² Rotormantelfläche noch ganz bedeutend zu steigern. Die neue Kühlungsart, welche dies ermöglicht, ist eine Kombination der Innenkühlung nach den Fig. 2, 3 und 4, und lässt Werte von 20 kW/m² und mehr erreichen. Sie besteht im wesentlichen darin, dass die Kühlnut in die Wicklung selbst verlegt wird zwischen zwei an die isolierte Nutenwandung anliegenden, nach innen nackten Wicklungsschichten. Die Wärmeabgabe an das Rotoreisen erfolgt in gleichem Ausmass wie nach Fig. 3 und 4; dazu tritt aber noch eine wesentlich gesteigerte Wärmeabgabe direkt an die durchstreichende Kühlluft. Diese tritt axial in die erwähnten Kühlkanäle ein und durch entsprechende Löcher in den Verschlusskeilen in den Luftraum aus.

Alle die hochqualifizierten Konstruktionen mit innerer Rotorkühlung haben bis jetzt den Nachteil, dass bei zunehmender Rotorlänge, da die Kühlluft doch nur von beiden Seiten zugeführt wird, der Luftstrom durch den Rotor sich nach der Mitte zu immer mehr erwärmt und so bei gleicher Strombelastung die Maximaltemperatur des Rotors und somit auch dessen messbare mittlere Erwärmung heraufsetzt. Der Konstrukteur wird dadurch gezwungen, bei Leistungssteigerungen, die durch Verbreiterung einer Maschine erreicht werden sollen,

die Verbreiterung etwas grösser als der Leistungssteigerung entsprechend auszuführen und die Strombelastung etwas herabzusetzen. Um dem zu begegnen, wurde schon verschiedentlich versucht, dem Rotorinnern gegen die Maschinenmitte zu frische Kühlluft zuzuführen.

Bekannt ist in dieser Hinsicht eine Rotorkonstruktion der Allis-Chalmers Mfg. Co., die sie erstmals für einen Turbogenerator von 120 000 kVA bei 1800 U/min ausführte, dessen Rotor die respektable aktive Länge von 7,2 Meter aufwies. In die Zacken des Rotors sind in radialen Ebenen über 3000 Löcher gebohrt, welche im Grunde je paarweise miteinander kommunizieren. Durch besondere Formgebung der Eintrittsöffnungen wird durch diese an Stellen, wo vom Statoreisen her Frischluft in den Luftraum strömt, Luft geschöpft und durch die Austrittslöcher wieder dem Luftraum zugeführt, da wo von diesem die Luft wieder radial nach aussen strömt. Die auf diese Weise erzielte Kühlfläche im Rotoreisen und die für die Luft zur Verfügung stehenden Durchströmquerschnitte sind recht gross, und man glaubt es den Herstellern gerne, wenn sie sagen, dass die Versuche einen bedeutend grösseren Kühleffekt mit den Ventilationslöchern als ohne diese ergeben haben. Genauere Angaben über die Rotorerwärmung sind leider nicht mitgeteilt worden, aber es zeigt sich, dass der Rotor doch sehr schwach belastet ist und bei Vollast kaum über 6 kW/m² Verlustbelastung herauskommt, was mit den relativ grossen Dimensionen der Maschine, die zudem mit $\cos \varphi = 0{,}95$ arbeitet, auch übereinstimmt.

Nun wurden in den letzten Jahren von Franklin Punga und H. Roos Patente gelöst, welche in Verbindung mit einer Anordnung unterteilter Rotorspulen zwecks einfacherer mechanischer Herstellung der Wicklung ein ähnliches Prinzip der Frischluftschöpfung aus dem Luftraum für die Innenkühlung des Rotors aufweisen. Jedoch ist diese bedeutend wirksamer durchgeführt als bei der Konstruktion von Allis Chalmers, indem die so geschöpfte Frischluft ähnlich wie bei der erwähnten kombinierten Kühlmethode des Verfassers ohne Zwischenschaltung einer Isolationsschicht dem Wicklungsmaterial direkt in die Wärme entzieht. Diese Konstruktion bewirkt demnach den gleichen Kühleffekt wie die erwähnten Ausführungen des Verfassers, ist aber ganz unabhängig von der axialen Länge der Maschine. Die Luftschöpfung erfolgt durch verschiedene Formgebung der Ein- und Austrittsöffungen für die Kühlkanäle, welche in Wicklungsnuten selbst angeordnet sind, indem die Eintrittsöffnungen in den Verschlusskeilen als vorwärts gekrümmte Schaufeln im Sinne der Rotation, und die Austrittsöffnungen als rückwärts gekrümmte Schaufeln ausgebildet sind. Die Lufteintrittsstellen sind auch hier in Umfangszonen angeordnet, welche gegenüber den Frischlufteintritten der Statorrük-

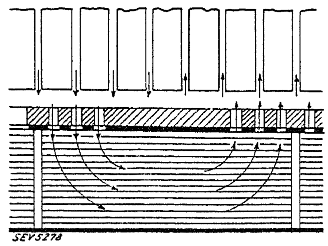


Fig. 5.
Kühlung nach Punga und Roos.

kenluft gegenüberliegen. Zwischen beiden Zonen bestreicht die Kühlluft in axialer Richtung direkt die Wicklung. In Fig. 5 ist das Prinzip dieser Kühlmethode schematisch dargestellt.

Diese bestmögliche Ausbildung der Rotorkühlung erlaubt, mit der Strombelastung pro cm Bohrungsumfang im Stator sehr hoch hinauf zu gehen und bei ganz normalem Verhältnis zwischen den Amperewindungen auf Stator und Rotor Werte bis 900 A/cm und selbst darüber zu erreichen. Dadurch, dass man das Verhältnis der Amperewindungen nicht ändert und die Leistungssteigerung nicht einfach durch eine proportionale Steigerung des Belastungsstromes erzielt, ist man gezwungen, in gleichem Verhältnis wie Belastung auch die Leerlauf-Amperewindungen für den Luftraum grösser werden zu lassen, d. h. diesen selber ebenso stark zu vergrössern, da eine Steigerung der Luftrauminduktion aus weiter oben angegebenen Gründen leider nicht möglich ist. Dieser Umstand bewirkt aber, sehr zum Vorteil des Wirkungsgrades, eine nicht unbedeutende relative Abnahme der sekundären Zusatzverluste auf dem Rotor, wodurch das Streben nach bester Materialausnützung obendrein noch eine Belohnung erhält durch indirekte Verbilligung via Kapitalisierung der Verluste.

Elektrotechnische Notizen von einer Studienreise nach dem Osten der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von *H. Wüger*, Kilchberg. 621.31(73)

(Fortsetzung von Seite 239.)

V. Messgeräte, Relais und Zähler.

Es würde zu weit führen, im Rahmen dieses Berichtes auf Details einzutreten. Meine Zeit reichte auch nicht, um einen zusammenhängenden Ueberblick über dieses Sondergebiet zu erhalten. So beschränke ich mich auf die Erwähnung einiger weniger Neuigkeiten.

Rein äusserlich sind Instrumente und Zähler weniger gefällig als unsere europäischen Konstruktionen. Das bedingt namentlich auch, dass Schalttafeln

einen ganz schrecklichen Eindruck machen. Aber beim näheren Zusehen findet man sehr viel Gutes und Bemerkenswertes.

Westinghouse hat einen neuen Zählertyp und gleichzeitig ein elegantes Eichsystem entwickelt, das gestattet, die Eichkosten wesentlich zu reduzieren.

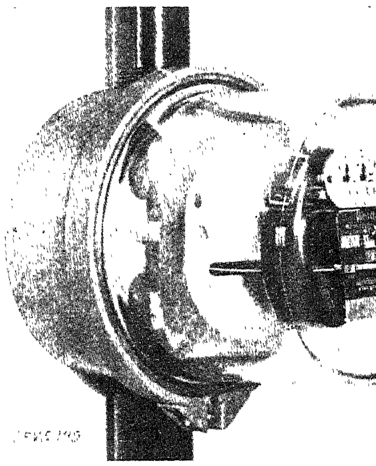


Fig. 31.
Zähler in Glasgehäuse.

Die neuen Zähler (Fig. 31 und 32) sind für Freiluftmontage gebaut, damit sie auf der Aussenseite der Häuser angebracht werden können. Man will so verhüten, dass die Ableser vergebliche Gänge machen.

Um die Auswechslung der Zähler einfach zu gestalten, sind diese mit einem als Stecker ausgebildeten Sockel ausgerüstet (Fig. 33). Es muss bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass die Tarife einen sehr einfachen Aufbau haben (meist Blocktarife), so dass in der Regel mit gewöhnlichen Einfachtarifzählern auszukommen ist.

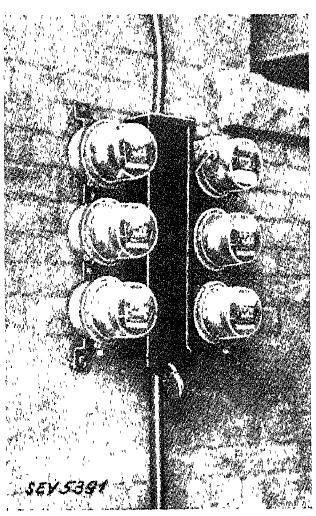


Fig. 32.
Zähler an der Aussenseite eines Hauses montiert.

Das interessanteste ist die neue Eichmethode, die gestattet, den Zähler am Verbrauchsort selbst zu prüfen. Mit Hilfe eines Spezialsteckers wird ein Präzisionszähler, der in einem tragbaren Kasten eingebaut ist, in Serie zum Prüfling geschaltet. Mit dem Präzisionszähler ist nun folgende Einrichtung zusammengebaut, die schematisch in Fig. 34 dargestellt ist. Die Ankerscheibe des Kontrollzählers ist aussen mit einer Lochreihe versehen. Ein von einer Lampe durch diese Lochreihe fallender Lichtstrahl erzeugt in einer Photozelle einen intermittierenden Strom, der verstärkt und einer Neonlampe zugeführt wird, die an einem beweglichen Kabel angeschlossen ist. Durch ein besonderes Mittel kann die Drehzahl des Kontrollzählers vermehrt oder vermindert werden. An einer Skala wird dann diese Veränderung direkt angezeigt als

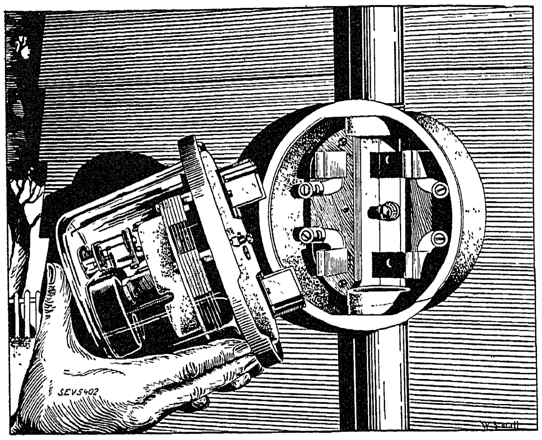


Fig. 33.
Steckkontakt-Sockel von Westinghouse-Zählern.

positiver oder negativer Fehler (in %). Die ganze Einrichtung arbeitet nun folgendermassen: Das Licht der Neonlampe flackert mit der durch die Drehzahl des Kontrollzählers bestimmten Frequenz. Beleuchtet man mit ihr die Ankerscheibe des Prüflings, die ihrerseits mit Randmarken versehen ist, so tritt der stroboskopische Effekt auf. Stimmen die Drehzahlen des Kontrollzählers und des Prüflings überein, so scheint die Scheibe des Prüflings stillzustehen. Dreht sich diese jedoch, so wird durch Verändern der Drehzahl des Kontrollzählers der Punkt bestimmt, bei dem scheinbar Stillstand besteht. An der erwähnten Skala kann dann sofort

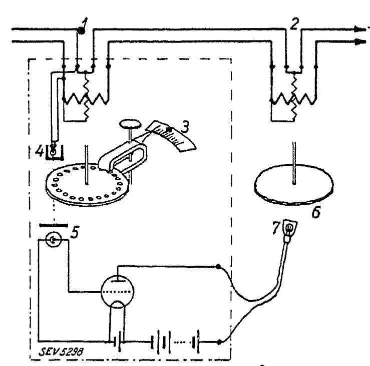
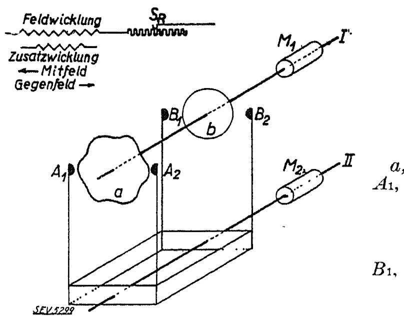


Fig. 34.
Schema der stroboskopischen Zähler-Eichung.
1 Präzisions-Kontrollzähler.
2 Zu prüfender Zähler.
3 Drehzahlverstellung und Fehlerskala.
4 Glühlampe.
5 Photozelle.
6 Stroboskopische Randmarken am Umfang des Ankers.
7 Neon-Glimmlampe.

der Fehler in % abgelesen werden. Man kann nun unter Umständen sogar den Prüfling an Ort und Stelle korrigieren.

Als weiteres Beispiel sei ein neuer Spannungs-Schnellregler der General Electric skizziert (Fig. 35). Ein kleiner Motor M_1 treibt eine Axe I, auf der zwei Kontaktscheiben *a* und *b* sitzen. Auf einer parallelen Axe II sitzt ein Rahmen mit zwei Kontaktpaaren A_1 und A_2 und B_1 und B_2. Dieser Rahmen steht unter dem Einfluss eines dreiphasigen

Drehspulsystems M_2, das an die zu regelnde Spannung angeschlossen ist. Bei zu kleiner Spannung dreht sich die Axe II links herum, bei zu hoher rechts herum. Eine geringe Verdrehung der Axe II bringt entweder Kontakt A_1 oder A_2 zum Anliegen,



M_1 Drehstrommotor, läuft dauernd.
M_2 Drehstrommotor, an regulierter Spannung. Dreht bei zu kleiner Spannung gegen, bei zu grosser Spannung mit Uhrzeiger.
a, b Kontaktscheiben.
A_1, A_2 Kontakte. Einschalten bewirkt Verschieben des Schleifkontaktes S_R.
B_1, B_2 Kontakte. Einschalten bewirkt Mitfeld oder Gegenfeld.

Fig. 35.
Prinzipieller Aufbau des Spannungs-Schnellreglers der G. E. Co.

und zwar dauert dieser Kontakt infolge der nockenförmigen Ausbildung der Scheibe *a* nur kurze Zeit. Bei starker Verdrehung der Axe II kommen auch die Kontakte B_1 oder B_2 zum Anliegen, und zwar längere Zeit. Das Einschalten der Kontakte *A* bewirkt eine blosse Veränderung des Erregerstromes, während die Kontakte *B* entweder ein zusätzliches Mitfeld oder Gegenfeld einschalten und so die bei grossen Reguliervorgängen nötige kurzzeitige Ueberkompensation besorgen.

VI. Leitungen.

A. Niederspannungsleitungen.

Das Nebeneinander von Alt und Neu fällt einem nirgends so stark auf wie bei den Niederspannungs-

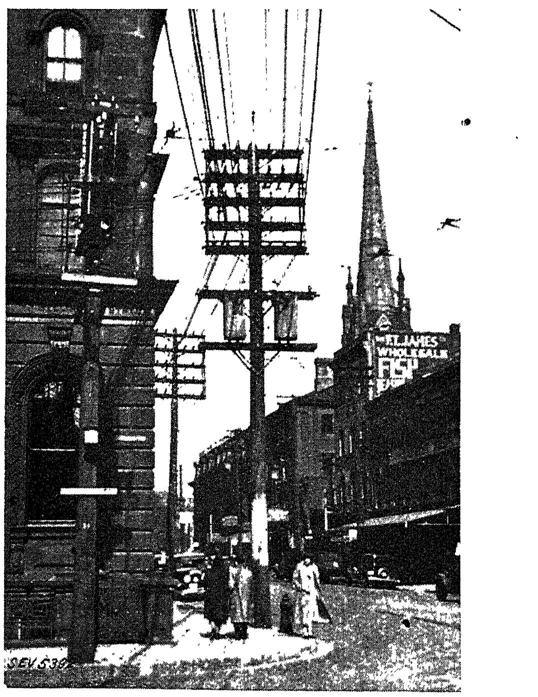


Fig. 36.
Niederspannungsfreileitungen und Stangentransformatorenstation im Stadtinnern von Toronto.

leitungen. Man findet noch mancherorts mitten in den Städten ausgedehnte Freileitungsnetze, die für unsere Begriffe ganz ungeniessbar sind (Fig. 36 und 37). Es ist wahrscheinlich nicht allgemein bekannt, dass diese Leitungen früher samt und sonders aus

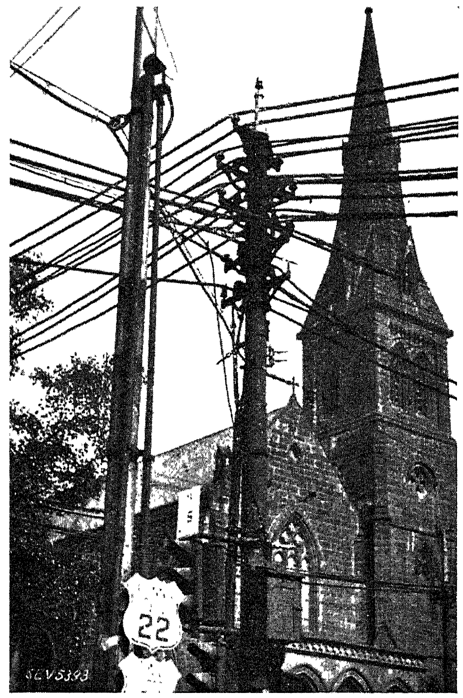


Fig. 37.
Niederspannungsfreileitungen in Pittsburgh.

isolierten Kabeln erstellt wurden. Der Grund hiefür war der, dass man so die Leitungen hart an Häusern vorbei und durch Baumkronen hindurch verlegen konnte und dass bei den nicht seltenen Stürmen, die ganze Leitungen umlegten, der Betrieb trotzdem aufrechterhalten werden konnte! Nun sind diese Freileitungen allmählich im Aussterben, da man mehr und mehr zur Verkabelung unter Erde schreitet.

Als Kuriosität sei erwähnt, dass längs der Bahnlinien Leitungen, vermutlich für Schwachstrom, auf nur 1,5 bis 2 m hohen Pfosten montiert sind.

B. Hochspannungsleitungen.

Der Grossteil der Hochspannungsleitungen, und zwar bis zu Spannungen von etwa 50 kV sind Holz-

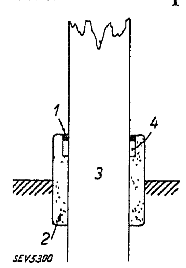


Fig. 38.
Konservierung von Holzmasten (Toronto).
1 Teerstrick.
2 Beton.
3 Holz.
4 Kreosot (alle 3 Jahre nachfüllen).

mastenleitungen. Das Stangenbild ist meist so, dass die Leiter in ein oder mehreren Horizontalen liegen. Auf vielen Hochspannungsleitungen (bis ca.

15 kV) wird der Nulleiter nachgezogen und kleinere Transformatoren werden dann einphasig zwischen Polleiter und Nulleiter angeschlossen. In solchen Fällen wird der Nulleiter als oberster Leiter, z. B. auf dem Mastkopf, verlegt und übernimmt dann zugleich die Rolle eines Erdseiles.

Bei den Holzmasten verwendet man z. B. in Canada eine Konservierungsmethode nach Fig. 38. Die Masten werden an der Austrittsstelle aus dem Boden mit einem Betonkragen versehen, der oben eine Rinne trägt. In diese wird periodisch (ca. alle



Fig. 39.
Automobil mit Mastlochbohrer.
(Der Bohrer kann gekippt werden.)

drei Jahre) Kreosot nachgefüllt. Oben ist die Rinne durch einen Teerstrick abgedeckt. Die Lebensdauer der Masten, die ohne Kragen ca. 15 Jahre beträgt, soll mit dieser Methode auf über 25 Jahre erhöht werden. Als Beispiel amerikanischer Arbeitsmethoden sei ein motorisch (vom Automotor) angetriebener Stangenlochbohrer gezeigt (Fig. 39).

C. Höchstspannungsleitungen und Gewitterforschung.

Die modernen und jetzt sehr zahlreich vorhandenen Höchstspannungsleitungen sind fast durchweg im Weitspannsystem gebaut. Sie sind ausnahmslos mit einem oder mehreren Erdseilen ausgerüstet. Die neuen Leitungen sind verhältnismässig hoch isoliert. So ist zum Beispiel die vom Kraftwerk Safe Harbor nach Baltimore führende 220 kV-Leitung mit 20gliedrigen Hängeketten isoliert, die folgende Festigkeit besitzen:

Stossüberschlagspannung	1250 kV
Ueberschlagspannung bei 60 Per./s, trocken	855 kV
Ueberschlagspannung bei 60 Per./s, nass	704 kV

Die meisten Leitungen sind mit Schutzarmaturen versehen. Was diese Leitungen noch besonders interessant macht, ist der Umstand, dass gegenwärtig sehr viele zum Studium der Ueberspannungsfragen und der Gewitterforschung herangezogen sind. Viele Leitungen sind mit den auch bei uns bekannten Blitzstäbchen ausgerüstet, und zwar an den Masten wie an den Erdseilen. An Stelle von Blitzstäbchen verwendet Westinghouse eine in die Erdleitung eingebaute Funkenstrecke. Zwischen den beiden Kupferelektroden wird ein feines Papier eingelegt (0,0254 mm). Beim Stromdurchgang schlägt dieses Papier durch, wobei der Durchmesser des entstehenden Loches in ganz roher Annäherung ein Mass ist für den durchgegangenen Strom. Mit beiden Methoden wurden bis jetzt Blitzströme bzw.Astströme von bis ca. 80 000 Amp. gemessen.

D. Kabelleitungen.

Die sehr grossen zu übertragenden Leistungen bedingen oft Leiterquerschnitte, die nicht mehr in einem Kabel untergebracht werden können. Es werden dann drei Einleiterkabel nebeneinander verlegt. Man hat dann, um die Bleimantelströme und -spannungen zu beschränken, die in Fig. 40 dargestellte Anordnung gewählt (die Bleimantelströme betragen bis 200 A). Der Bleimantel wird dabei in

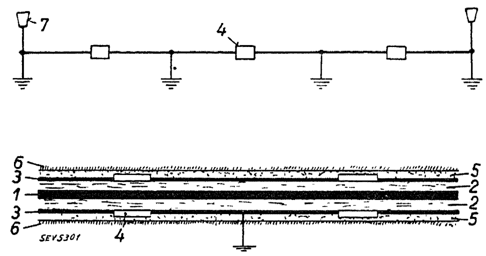


Fig. 40.
Verlegung einphasiger Bleikabel für grosse Ströme (Kraftwerk Safe Harbor).
1 Leiter.
2 Papierisolation.
3 Bleimantel.
4 Porzellanisolator (Ring) im Bleimantel.
5 Asphalt.
6 Zementstrich.
7 Endverschluss.
Max. Bleimantelspannung = 12 V.

verhältnismässig kurze Teilstücke unterteilt, die gegeneinander durch ringförmige Porzellanisolatoren isoliert sind. Die Mitte jedes Teilstückes wird geerdet. Das ganze Kabel erhält aussen eine Asphaltbandage und darüber einen Zementstrich. Die Bleimantelspannungsdifferenz wird so auf 12 V beschränkt.

VII. Transformatoren-Stationen.

Den Grossteil der kleineren Transformatorenstationen machen die Stangenstationen aus. Ihre Ausrüstung ist eher primitiv und der Umstand, dass meist nur einphasige Transformatoren und dann eben mehrere verwendet werden, bedingt oft unschön wirkende Konstruktionen (siehe z. B. Fig. 36 und 41). Vereinzelt sieht man auch kleine Freiluftstationen innerhalb einer Umzäunung, aber gemauerte Stationen sah ich keine.

In den Städten kommen neben den bereits erwähnten Stangenstationen hauptsächlich unterirdische Stationen vor, sei es in Kellern grösserer

Geschäftshäuser oder als sogenannte Trottoir-Stationen, d. h. unterirdische Stationen unter dem Trottoir. In Toronto sah ich eine ganze Reihe solcher Stationen, deren Innenabmessungen zum Teil ganz beträchtlich waren (8 bis 10 m lang, 3 bis 4 m breit und 3 m hoch). In solchen Stationen sind bis zu

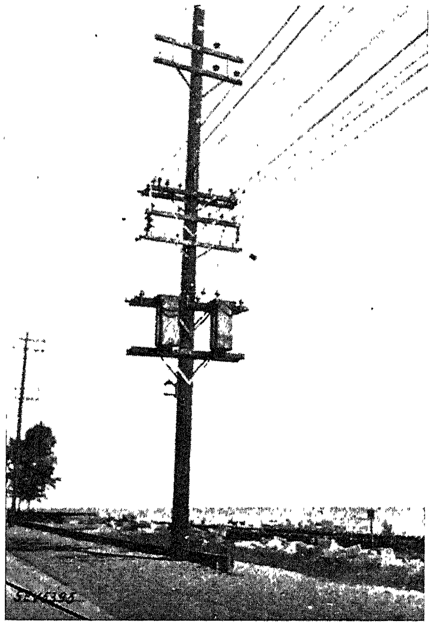


Fig. 41.
Stangentransformatorenstation in Toronto.
zu oberst: Hochspannungsleitung,
darunter: Niederspannungsleitung,
darunter: Transformatoren,
zu unterst: Strassenlampe.

1200 kVA Transformator-Leistung installiert (6 Einphasen-Transformatoren). Für die Kühlluft sind besondere Schächte vorhanden. Diese Bauart hat noch den Vorteil, dass der Transport der Transformatoren verhältnismässig einfach ist, indem über einer besondern Montageöffnung ein Dreibein aufgestellt werden kann (Fig. 42).

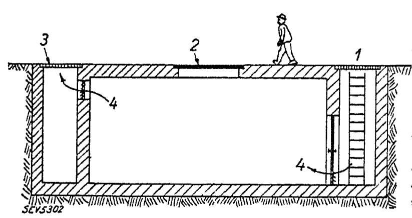


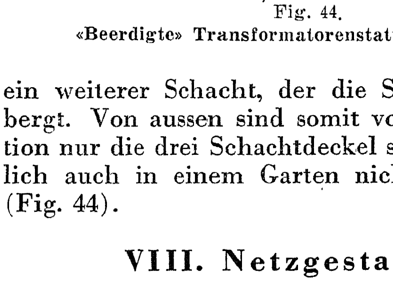
Fig. 42.
Unterirdische Transformatorenstation (unter Trottoir), Toronto.
1 Luft- u. Einsteigschacht.
2 Montageöffnung.
3 Gitterabdeckung.
4 Luft.

Eine originelle Bauart von «Stationen» hat man in Toronto für Villenviertel entwickelt, in denen Kabelnetze bestehen. Zum bessern Verständnis muss hier erwähnt werden, dass solche Villen in Anlehnung an englische Bauweisen erstellt sind und von einfachen Gärten und Rasenflächen umgeben sind. Diese Flächen wirken um so ruhiger, als weder Zäune noch Gartenmauern vorhanden sind (Fig. 43). Um dieses ruhige Bild nicht zu stören, hat man sogenannte «beerdigte» oder «vergrabene Stationen» geschaffen. Der Transformatorkessel ist aus Gusseisen und wird direkt in die Erde gestellt. Primär- und Sekundärkabel münden direkt ins Kesselinnere. Ueber dem eigentlichen Transformator ist ein ringförmiger Kragen, welcher oben einen Schachtdeckel trägt. Die Hauptschwierigkeit besteht in einer einwandfreien Abdichtung. Da diese Trans-



Fig. 43.
Parkgarten in einem Villenquartier von Pittsburgh.

formatoren nur in offenem Boden (also nicht unter harten Strassenbelägen verwendet werden, ist das Erdreich immer feucht, sodass eine vorzügliche Kühlung erreicht wird. Für die Oberspannungszuleitung wurde ein Sonder-Oelschalter entwickelt, nämlich so, dass die Kabel ins Apparateninnere münden und dass der Schalter von oben, nach Oeffnen des oberen Schachtdeckels, bedient werden kann. Im Schalter sind auch unter Oel liegende Sicherungen eingebaut. Auf der Sekundärseite ist



1 Oelschalter (wird mit Steckschlüssel bedient).
2 Transformator (bis 40 kVA) in Gusseisenkasten.
3 Verteilkasten mit Sicherungen.
4 Abgehende Kabel (240 V).

Fig. 44.
«Beerdigte» Transformatorenstation in Toronto.

ein weiterer Schacht, der die Sicherungen beherbergt. Von aussen sind somit von der ganzen Station nur die drei Schachtdeckel sichtbar, die natürlich auch in einem Garten nicht störend wirken (Fig. 44).

VIII. Netzgestaltung.

In den grössern Städten findet mehr und mehr das «Grid»-System Eingang, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Stränge in den verschiedenen Strassen zu einem festen Netz zusammengeschlossen sind, ohne Schalter und ohne Sicherungen. Tritt in einem Kabel ein Fehler auf, so wird dieser herausgebrannt [6]). Das Gittersystem steht und fällt mit

[6]) Vgl. Bull. SEV 1931, Nr. 2, S. 44.

den Erdungen; es ist nur da erfolgreich anzuwenden, wo die Erdungen an ein ausgedehntes Wasserleitungsnetz angeschlossen werden können (Grössenordnung des Erdungswiderstandes Bruchteile von 1 Ohm bis max. 2 Ohm). Der zum Ausbrennen eines Fehlers erforderliche Strom beträgt z. B. in Toronto 30 000 A. Die Speisung des Gitters (Fig. 45) geschieht so, dass die Energieversorgung auch dann in vollem Umfang gesichert bleibt, wenn einzelne Transformatorenstationen ausser Betrieb fallen oder wenn im Unterwerk eine Leitung ausfällt.

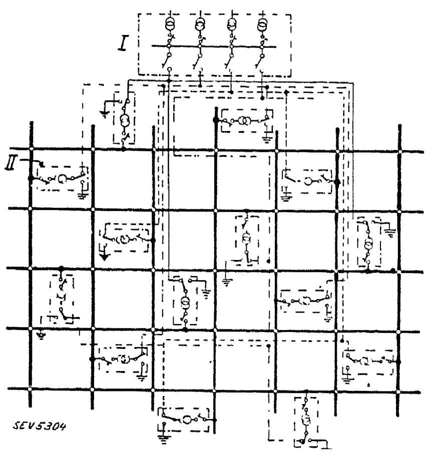


Fig. 45.
Niederspannungs-Verteilnetz (Gitter) in Toronto.
I Unterwerk.
II Transformatoren-Station.
Vier verschiedene Speisekabelsysteme.

Von mehr ländlichen Netzen verdient folgendes Detail erwähnt zu werden. Während bei uns eine scharfe Trennung zwischen Hochspannungs- und Niederspannungsteil des Netzes gemacht wird, der sich auch darin äussert, dass Niederspannungsleitungen meist auf eigenem Gestänge geführt werden, verlegt man in Amerika Hoch- und Niederspannung sehr häufig auf dem gleichen Gestänge. Bei den oft grossen Distanzen ist diese Massnahme schon allein aus finanziellen Gründen verständlich. Neuerdings geht man nun ziemlich allgemein dazu über, dass in diesen Netzen die Nulleiter von Hoch- und Niederspannung direkt verbunden, bzw. gemeinsam verwendet werden.

IX. Anwendungen der Elektrizität im Haushalt.

A. Küche.

Die amerikanische Frau ist sehr oft noch beruflich tätig, so dass sie für die Besorgung des Haushaltes wenig oder auch keine Zeit hat. Aber auch die nicht berufstätige Frau ist gewohnt, von allen arbeitsparenden Einrichtungen Gebrauch zu machen. Man trifft daher im amerikanischen Haushalt manches, was bei uns nicht oder wenigstens noch nicht Eingang gefunden hat. Zum Teil sind es Dinge, die wir nie brauchen werden, zum andern Teil jedoch solche, die wir sehr wohl auch einführen können.

1. Der elektrische Kochherd. Die bei uns übliche Konstruktion der Kochplatte hat sich drüben noch nicht durchgesetzt. Aber die früher üblichen offenen Spiralen sind grösstenteils verschwunden. Die verbreitetste Konstruktion (Fig. 46) besteht aus zwei

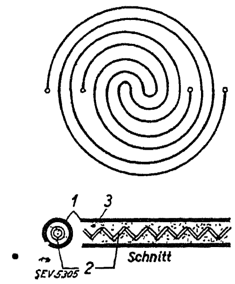


Fig. 46.
«Kochplatte» aus Spiralrohren.
Meist 120 V, 2000 W.
1 Stahlrohr.
2 Heizspirale.
3 Masse.

schneckenförmig ineinander geschlungenen Heizelementen. Der Heizdraht ist in ein Isoliermaterial gebettet und das Ganze in einem dünnwandigen Stahlrohr untergebracht. Eine andere Konstruktion ist dadurch gekennzeichnet, dass die Heizelemente in

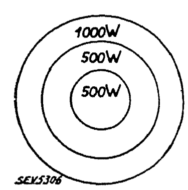


Fig. 47.
Kochplatte mit ringförmigen Heizfäden (Philadelphia).
Stufe 1: Innere Platte allein (500 W).
Stufe 2: Innere Platte und innerer Ring in Serie (250 W).
Stufe 3: Innere Platte und innerer Ring parallel (1000 W).
Stufe 4: Alles parallel (2000 W).

ringförmigen Platten untergebracht sind (Fig. 47), derart, dass die einzelnen Ringe allein oder zusammen geheizt werden können. Das hat den Vorteil, dass für kleine Gerichte (Eierspeisen u. dgl.) eine rationell arbeitende Kochstelle vorhanden ist. Die pro Kochplatte untergebrachte Maximalleistung ist meist 2000 W. Neben dem Backofen enthalten viele

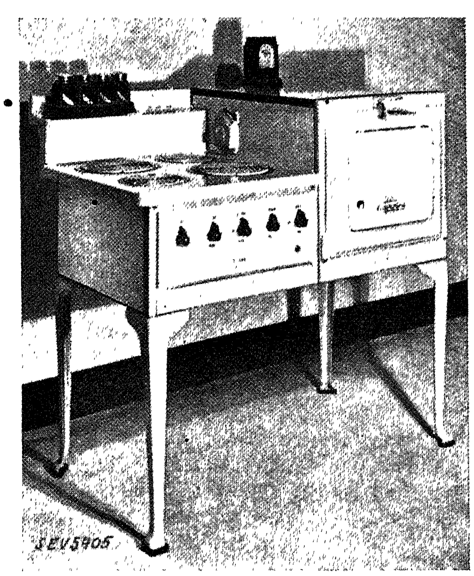


Fig. 48.
Typischer Kochherd,
ausgerüstet mit 4 Platten, Temperaturregler für Backofen, Zeitschalter für wahlweise Kochplatte oder Backofen. Unter den Schaltern Steckdose zum Anschluss eines Schnellkochers oder einer Küchenmaschine (z. B. Eierschwinger) und Glimmlampe, die aufleuchtet, solange etwas eingeschaltet ist. An der Rückwand Behälter für Gewürzflaschen.

Kochherde noch einen Wärmeschrank und sehr oft auch einen elektrisch heizbaren Selbstkocher, der dann mit drei sektorförmigen Kochtöpfen für drei verschiedene Gerichte geladen werden kann. Die meisten Kochherde sind mit einer Reihe von Nebeneinrichtungen versehen, die wenigstens zum Teil in unsern Augen mehr als Spielerei erscheinen. Als solche sind zu nennen:

1. Zeitschalter, mit dem wahlweise entweder eine Kochplatte oder der Backofen zu einer bestimmten Zeit ein- und zu einer andern Zeit ausgeschaltet werden kann.
2. Temperatur-Regler, der die Innehaltung einer bestimmten Temperatur im Backofen erlaubt (auch in Verbindung mit dem Zeitschalter).
3. Herdbeleuchtung, am Herd selbst befestigt.
4. Backofenbeleuchtung (angenehm!).
5. Backofenthermometer (sehr angenehm!).

Leider gibt es auch viel Kitsch, so z. B. Kochherde mit Holzmaseranstrich, wo alles hinter Türen

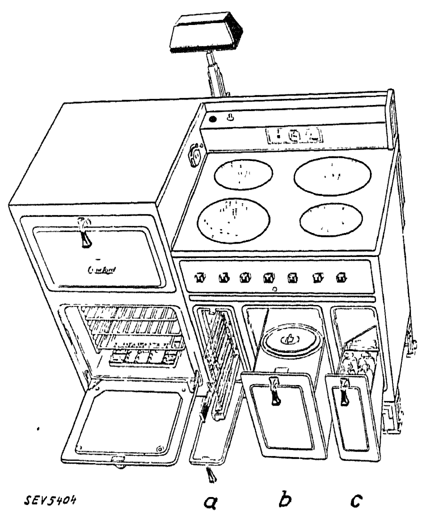


Fig. 48a.
Grosser Kochherd,
mit 4 Platten, 2 Backöfen, 1 Rostofen (*a*), 1 Selbstkocher (*b*) und einer Schublade (*c*), ferner mit Herdlampe, Temperaturregler und Schaltuhr für Platte oder Backofen. Die Backöfen besitzen Innenbeleuchtung.

verschlossen werden kann, wobei das geschlossene «Möbel» z. B. wie eine Louis-XV-Kommode aussieht.

Einen ungewöhnlich breiten Raum nehmen kombinierte Kochherde (Elektrisch und Gas, Elektrisch und Kohle) ein.

Als Kochgeschirre werden fast durchwegs gewöhnliche Aluminium-Pfannen verwendet (keine verstärkten Böden).

2. *Warmwasserapparate* sind verhältnismässig sehr selten anzutreffen. Es hängt das zum guten Teil mit den Tarifen zusammen. In neuester Zeit nimmt man sich jedoch auch der Warmwasserbereitung an. Eine sehr beachtenswerte Bauart der Heisswasserspeicher führte die American Gas and Electric Co. ein (Fig. 49). Der Apparat enthält zwei Heizkörper, von denen der untere mit relativ kleiner Leistung die normale Nachtaufheizung besorgt. Ist der Warmwasservorrat erschöpft, so kann durch willkürliche Einschaltung des obern stärkern Heizkörpers in kürzester Zeit eine kleine Menge Warmwasser zubereitet werden (Tariffrage).

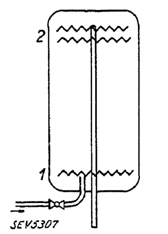


Fig. 49.
Heisswasserspeicher, 150 l Inhalt
(American Gas and Electric).
1 500 W für Nachtheizung.
2 2000 W für Schnellheizung.

3. *Kühlschränke* sind ungemein stark verbreitet. Die Tendenz geht dahin, einen auch für den kleinen Haushalt erschwinglichen Typ auf den Markt zu bringen. Die kleinsten von der G. E. Co. fabrizierten Schränke haben einen von oben zu bedienenden Kühlraum von ca. 40 cm × 40 cm Grundfläche und ca. 40 cm Tiefe; sie kosten nur noch 80 $ (ca. 240 Fr.).

4. *Diverse Kleingeräte.* Ebenfalls stark verbreitet sind Kaffeemaschinen, Teemaschinen und besonders Toaster. Die Toaster sind mit einer verblüffend einfachen Wendeeinrichtung versehen. Universal-Küchenmaschinen zum Eierschwingen, Teigrühren sowie Fleischhacken und Früchteauspressen sind verhältnismässig oft anzutreffen. Recht vielversprechend und auch für unsere Verhältnisse aussichtsreich scheint mir ein kleiner Eier- und Rahmschwinger (Fig. 50), der mit einem Kleinmotor von 50 bis 100 W Leistung ausgerüstet ist und der bereits für etwa 4 $ (Fr. 12.—) verkauft wird.

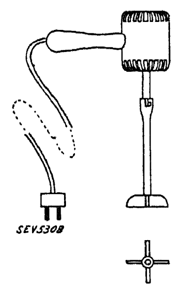


Fig. 50.
Elektrischer Rahm- und Eierschwinger.
(50 bis 100 W, Preis ca. 4 $.)

5. *Geschirrspülmaschinen.* Es gibt eine ganze Reihe solcher Maschinen. Der Preis ist indessen noch so hoch, dass sie kaum erschwinglich sind. Ihre Leistungsfähigkeit ist meist so gross, dass sie nur von grossen Betrieben ausgenützt werden kann. Ob sie in hygienischer Hinsicht befriedigen, kann ich nicht beurteilen.

B. Waschen und Bügeln.

1. *Waschmaschinen* gibt es in ungezählten Systemen, jedoch sah ich keine prinzipiell andern als die, welche auch in Europa auf dem Markte zu treffen sind. Da man in der Küche wäscht, sind aber die Waschmaschinen sehr verbreitet.

2. *Bügeleisen.* Bei den Bügeleisen wurden verschiedene Neuerungen eingeführt, so die auch bei uns bekannte automatische Temperaturregelung auf verschiedene einstellbare Temperaturen. Noch neuer ist die Entwicklung zu extrem leichten Bügeleisen, die dafür mit höherer Temperatur arbeiten und zu diesem Zweck mit grösserer Leistung versehen werden. Während das Eisen der bisherigen Bauart etwa 3 kg wiegt und eine Leistung von 450 W

hat, wiegt das neue Eisen nur noch $1^1/_2$ kg und besitzt eine Leistung von 1000 W. Das Bügeln soll weniger anstrengend sein; da das Eisen leichter und da die Temperatur höher ist, müsse man nicht mehr so stark drücken.

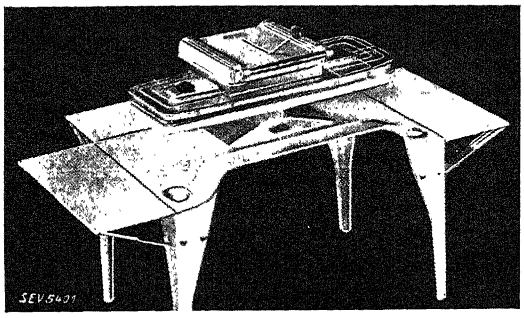


Fig. 51.
Flachbügelmaschine.
Der Apparat kann schrankartig geschlossen werden.

3. *Bügelmaschinen.* Ausser den bekannten Bügelmaschinen mit walzenförmigem Heizelement ist eine von der G. E. Co. herausgebrachte Maschine mit flachem Heizkörper neu auf dem Markt (Fig. 51) erschienen. Sie soll für mehr Arbeiten gebraucht werden können als die Maschinen alter Bauart und die Wäsche schonender behandeln (Knöpfe werden weniger zerdrückt als beim mangenähnlichen Betrieb).



Fig. 51a.
(Aus Propagandaschrift.)

4. *Trockenschränke.* Eine neue Wärmeanwendung bilden elektrisch (oder mit Gas) beheizte Wärmeschränke zum Trocknen von Wäsche (Fig. 52). Sie sind sowohl für den kleinen Haushalt als auch für Pensionen und Hotels gedacht. Hauptzweck ist, die Wäsche möglichst rasch und unabhängig vom Wetter in einem Tag



Fig. 52.
Wärmeschrank zum Trocknen von Wäsche.

erledigen zu können. Der Schrank kann natürlich auch verwendet werden zum Trocknen von Kleidern. Ferner soll es möglich sein, durch eine Warmluftbehandlung von ca. 30 Minuten Dauer Wollsachen und Pelzstücke zu entmotten, da Motteneier und -larven bei relativ niederer Temperatur absterben.

C. Verschiedenes.

1. *Reinigungsapparate.* Neben Staubsaugern spielen die Bohner eine verhältnismässig grosse Rolle.

2. *Toilette, Schönheitspflege.* Diesen Zwecken dienen Brennscheren, Haartrockner, Vibratoren, sodann elektrische Rasierapparate, Rasierspiegel,

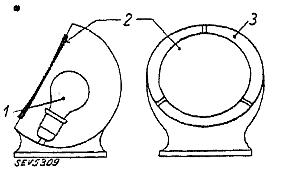


Fig. 53.
Beleuchteter Rasierspiegel.
1 Normale Glühlampe.
2 Spiegel.
3 Schlitz oder Klarglasring.

wovon ein Modell wegen seiner guten Wirkung erwähnt zu werden verdient (Fig. 53).

3. *Elektrische Uhren.* Eine sehr grosse Verbreitung haben in jüngster Zeit die elektrischen Synchronuhren gefunden. Sie werden in allen möglichen und unmöglichen Formen, Farben und Kombinationen gebaut. Ihre so weitgehende Anwendung verdanken sie den neuen Methoden der Frequenzregelung (siehe unten).

4. *Luftkonditionierung.* «Airconditioning» ist in Amerika zum Schlagwort geworden: Warenhäuser, Bureaugebäude, Tramwagen, Eisenbahnen werden airconditioned. Auch Wohnhäuser werden ganz installiert. Um auch für den kleinen Haushalt wenig-

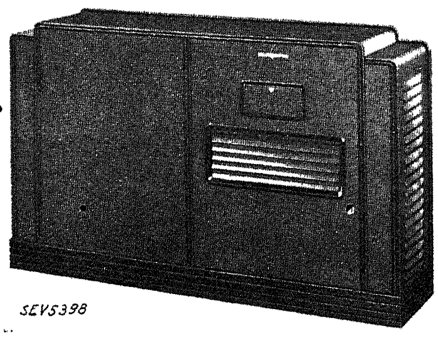


Fig. 54.
Raumkühler (G. E. Co.) gebrauchsfertig.

stens einzelne Räume der Vorteile teilhaftig werden zu lassen, die das Luftkonditionieren in sich schliesst (automatische Temperaturregelung durch Heizung oder Kühlung und Regelung der Luftfeuchtigkeit durch Befeuchten oder Trocknen der Luft), hat z. B. die G. E. Co. kleine Einheiten erstellt, die leicht in jedem Raum angeschlossen werden können (Elektrizitäts- und Wasseranschluss nötig). Wie Fig. 54 zeigt, ist die ganze Apparatur in einem gefälligen Kasten untergebracht. Fig. 55 zeigt den Aufbau des Kühlaggregates, bei dem speziell auf

vollständig geräuschlosen Gang geachtet wurde. Ganz kleine tragbare Einheiten besitzen keine Heizelemente und dienen lediglich zum Kühlen, sind also gewissermassen nur die Ergänzung der bisherigen Heizungsinstallationen. Beim amerikanischen Klima mit den sehr heissen Sommern bedeuten solche Raumkühler absolut keinen Luxus. In unseren schweizerischen Verhältnissen kann allerdings

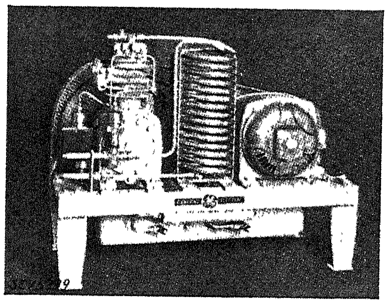


Fig. 55.
Raumkühler
(G. E. Co.)
geöffnet.

nicht mehr von einem allgemeinen Bedürfnis nach solchen Apparaten gesprochen und daher auch nicht mit einer allgemeinen Verbreitung gerechnet werden. Immerhin ist die Raumkühlung ein Gebiet, das Beachtung verdient, um so mehr, als es sich um eine Sommerbelastung handelt.

D. Verkaufsorganisation.

Jedes Elektrizitätswerk hat seine Ausstellungsräume, die sich, im Gegensatz zu manch anderem, durch praktische und zum Teil sogar recht geschmackvolle Ausstattung auszeichnen. Grosses Gewicht wird darauf gelegt, dem Kunden die Apparate im Gebrauch zu zeigen. Man hütet sich aber streng, «Alles» zeigen zu wollen, sondern bringt lediglich Beispiele: eine mustergültig eingerichtete Küche, einen gut beleuchteten Wohnraum u. dgl. Andere Ausstellungen sind so aufgebaut, dass die verschiedenen Geräte gruppenweise beisammen sind. Immer aber wird auf scharfe Trennung und Gruppierung geachtet.

Einzelne Werke beschränken sich auf die Ausstellung und Werbung, überlassen aber das Geschäft privaten Händlern, denen sie die Adressen derjenigen Kunden zustellen, die sich für einen Apparat interessieren. Andere Werke besorgen auch den Verkauf.

X. Beleuchtung.

A. Raumbeleuchtung.

In der Raumbeleuchtung gehen die Bestrebungen wie bei uns nach einer möglichst blendungsfreien Beleuchtung. Auch auf diesem Gebiet sind die Extreme noch stark ausgeprägt. Neben leider sehr vielen und sehr schlechten und geschmacklosen Beleuchtungsanlagen trifft man auch vorzügliche Lösungen. Erstaunlich viele neue Anlagen wenden vollständig indirekte Beleuchtung an. Sogar Strassenbahnwagen weisen diese Beleuchtungsart auf.

B. Reklamebeleuchtung und Anleuchten von Gebäuden.

Die Reklamebeleuchtung hat sich in den USA in ganz verschiedenen Richtungen entwickelt. Die meisten Anlagen sind solche für «lebendige Bilder», die wir auch von europäischen Großstädten her kennen. Aber in Amerika hat sich die Phantasie vollständig schrankenlos ausgetobt und Dinge ge-

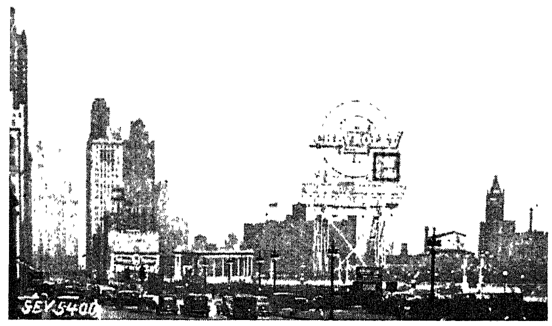


Fig. 56.
Grösste Lichtreklame der USA in Chicago.

schaffen, die hierzulande unmöglich sind. Die Lichtreklamen suchen sich zu überbieten durch ihre Grösse (Fig. 56), durch die Anzahl der Farben, die Lichtintensität, die Raschheit des Wechsels und anderes mehr. Weitaus am verbreitetsten sind die Glühlampenanlagen, die durch automatische Walzen-Schalter gesteuert werden. Neuere Anlagen besitzen mehrere Neonröhrensysteme, die ebenfalls nacheinander ein- und ausgeschaltet werden und durch die Raschheit der Bildfolge Bewegungen vortäuschen. Aber all diesen Anlagen ist zu eigen, dass sie schrecklich aufdringlich und unruhig wirken.

Ich habe es daher fast als wohltuend empfunden, bei der G. E. Co. eine ganz neue Reklamebeleuchtung zu sehen. Sie beruht auf einer Kippschaltung, bei der durch wechselweises Laden und Entladen von Kondensatoren abwechslungsweise zwei verschiedene Stromkreise eingeschaltet werden. Der Wechsel ist jedoch nicht schroff, sondern allmählich, indem die Lichtstärke ganz sachte steigt und alsdann wieder sinkt. Trotz des Wechsels wirkt diese Reklame nicht schreiend. Die Schaltung besitzt aber noch einen ganz wesentlichen, rein technischen Vorteil, nämlich den, dass sie ohne Schalter auskommt und dass infolgedessen im Betrieb keine Abnutzung entsteht.

Das Anleuchten von Gebäuden und von Naturschönheiten ist eine beliebte Spielerei. Der Amerikaner verirrt sich jedoch noch oft zu Geschmacklosigkeiten, namentlich durch gleichzeitige Verwendung mehrerer Farben. Recht hübsche Effekte werden dagegen bei einfarbiger Beleuchtung, z. B. mit Gelb, erzielt.

C. Strassenbeleuchtung.

Die Strassenbeleuchtung ist fast in allen Städten ähnlich ausgebildet. Die Beleuchtungskörper sitzen

auf ca. 5 bis 6 m hohen Kandelabern, die zu beiden Seiten der Strasse auf den Trottoirs aufgestellt sind. Da die Lampen etwas blenden, ist die Wirkung nicht gerade gut. In den Verkehrszentren treten diese Beleuchtungskörper allerdings nicht mehr in Erscheinung, weil sie durch die riesigen Reklamen buchstäblich in den Schatten gestellt werden. Auch in den Aussenquartieren wird mit dieser Beleuchtungsart eine gute Lichtwirkung erzielt, besonders weil die Lampen meist zwischen Alleebäumen versteckt sind und so dem Fahrer unsichtbar bleiben. Eines aber merkt man dieser Strassenbeleuchtung an. Sie stammt aus einer Zeit, da man weniger auf die Beleuchtungswirkung abzielte als auf eine ornamentale Leuchtwirkung. Das zeigen auch die baumartigen Gebilde von Kandelabern, die oft 3, 4, 5 und 6 Leuchtkugeln tragen. Für ausgesprochene Ausfallstrassen werden nun auch Natriumdampflampen verwendet. Aber man ist ebenfalls erst im Versuchsstadium. Die G. E. Co. hat z. B. bei Schenectady eine Versuchsstrecke erstellt.

XI. Lift- und Krananlagen.

A. Liftanlagen.

Ewas vom interessantesten und für amerikanische Verhältnisse auch vom wichtigsten sind die Liftanlagen. Was für eine Bedeutung die Liftanlagen besitzen, kann man sich am ehesten vergegenwärtigen beim Anblick der Wolkenkratzer. Es gibt in New York allein mindestens 50 Hochhäuser von mehr als 150 m Höhe, davon das höchste mit 102 Stockwerken und 380 m über der Strasse, daneben aber mindestens 400 bis 500 Häuser mit mehr als 20 Stockwerken und ca. 1500 bis 2000 Häuser mit 13 bis 20 Stockwerken. Die mehr als 20 Stockwerke hohen Häuser bedecken eine Fläche von der Grösse des ganzen ersten Stadtkreises der Stadt Zürich. Der höchste Wolkenkratzer würde etwa die Höhe des Uto-Staffels erreichen. Während die Uetlibergbahn aber 25 Minuten braucht für eine Fahrt, dauert die Liftfahrt mit Einschluss von zweimaligem Umsteigen, aber ohne sonstige Zwischenhalte, nicht einmal ganz 2 Minuten.

Jedes Gebäude besitzt eine Vielzahl von Aufzügen. Auf 6 Stockwerke trifft es mindestens einen Lift, bei niedrigern Häusern aber bedeutend mehr. Die Liftanlage ist so, dass meistens 6 bis 10 Fahrstühle zu einer Gruppe örtlich vereinigt sind, so dass alle Türen um einen Vorplatz angeordnet werden können. Die Fahrstühle einer Gruppe bedienen die gleichen Stockwerke, z. B.

Gruppe I:	Lifts 1 bis 6	bedienen das Erdgeschoss und die Stockwerke 1 bis 20.
Gruppe II:	Lifts 7 bis 12	dito 20 bis 40.
Gruppe III:	Lifts 13 bis 18	dito 40 bis 60.
Usw.		

Alle Lifts sind von einer Bedienungsperson begleitet, die die Steuerung und die Türen bedient. Jeder abfahrende Lift durchläuft immer die ganze ihm zugewiesene Strecke, unabhängig davon, ob Fahrgäste da sind oder nicht. Es herrscht daher ein Verkehr ähnlich z. B. bei einer Strassenbahn, nur mit dem Unterschied, dass jeder «Wagen» sein besonderes Geleise hat. In grossen Geschäftshäusern ist im Erdgeschoss für jede Liftgruppe ein besonderer Beamter da, der sogenannte Starter, der den Betrieb überwacht. Er sorgt dafür, dass die Lifts in regelmäs-

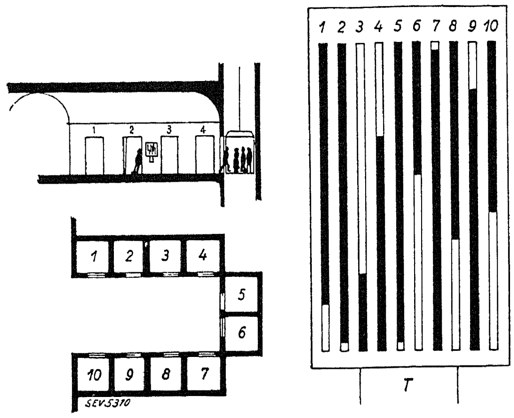


Fig. 57.
Erdgeschoss-Ausrüstung einer modernen Liftanlage.
Beispiel der Anordnung einer Gruppe von Aufzügen (links). Signaltafel für den Starter (rechts), *T* Nische mit Telephon (zu allen Aufzügen).

sigen Zeitabständen abfahren. Umfangreiche Lichtsignalanlagen zeigen ihm Standort und Bewegungsrichtung jedes einzelnen Fahrstuhles an (Fig. 57).

Betritt man das Erdgeschoss, so findet man immer einen zur Abfahrt bereiten Lift. Beim Einsteigen in die Kabine meldet man dem Fahrer die gewünschte Stockwerknummer. Will man in irgend einem Stockwerk einsteigen, so hat man einen der beiden in jedem Stockwerk vorhandenen Druckknöpfe (Auf oder Ab) zu betätigen. Der nächste in der gewünschten Fahrrichtung das Stockwerk passierende Lift hält, und über der Türe desselben leuchtet kurz vor der Ankunft eine Signallampe auf, die die Fahrrichtung erkennen lässt (Fig. 58).

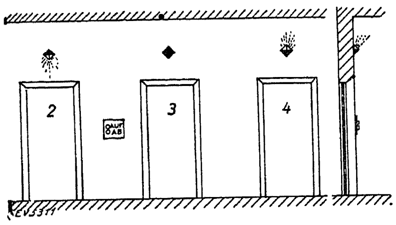
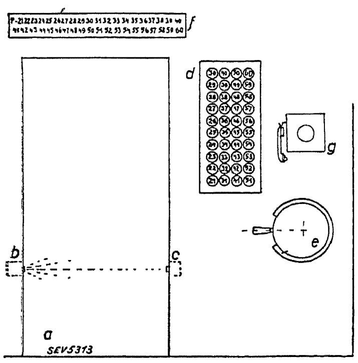


Fig. 58.
Stockwerks-Ausrüstung einer modernen Liftanlage.
Oben: Ankunfts-Meldelampe.
Mitte: Ruf-Druckknöpfe (Summenschaltung).

Es sind hauptsächlich zwei Steuersysteme im Gebrauch. Sie unterscheiden sich lediglich in der Ausrüstung der in der Kabine untergebrachten Steuereinrichtungen.

Beim ältern System schaltet der Bedienende den Fahrstrom mit Hilfe eines Handhebels. Er hat dabei selber darauf zu achten, dass er an den richtigen Haltestellen anhält, nämlich überall dort, wo ein Fahrgast aussteigen will und überall dort, wo jemand einsteigen will. Das zweite erkennt er an einem Lampentableau, worauf diejenigen Stock-

werklampen aufleuchten, wo ein Druckknopf betätigt wurde. Wird ein Stockwerk von einem Fahrstuhl bedient, so erlöschen in den andern die betreffenden Stockwerkslampen. Diese Steuerung erfordert ziemlich grosse Geschicklichkeit von den Fahrern. Beim neuen System besteht die Kabineneinrichtung aus einem Türschalter, mit dem der Fahrer die Türschliessbewegung einleiten kann. Daneben ist meist nur noch eine Druckknopfplatte vorhanden. Jedes Stockwerk besitzt in jeder Kabine seinen besondern Druckknopf und der Fahrer hat nichts anderes mehr zu tun, als alle diejenigen Druckknöpfe niederzudrücken, wo Fahrgäste aussteigen wünschen. Der Fahrstuhl hält dann automatisch an allen den Stockwerken, deren Tasten gedrückt sind (Aussteigende), aber auch überall dort, wo jemand einsteigen will. Ganz moderne Lifts sind mit einem Stockwerkzeiger versehen, wobei auf einem Zahlenband die Zahl des jeweilen durchlaufenden Stockwerkes aufleuchtet (Fig. 59). Da die Lifttüre sich bei jedem Halt selbsttätig öffnet, beschränkt sich die Tätigkeit des Fahrers auf das Schliessen der Türen, das Betätigen der Druckknöpfe und das Melden der Stockwerke.



a Schiebetür, elektrisch betätigt.
b Lichtquelle.
c Photozelle (für Türverriegelung).
d Druckknopfplatte (mit Speicherung der Schaltbefehle).
e Fahr- und Wendeschalter; seine Betätigung bewirkt zuerst das Schliessen der Türe und dann Einleitung der automatisch gesteuerten Fahrt.
f Stockwerkanzeiger.
g Telephon.

Fig. 59.
Ausrüstung der Kabine eines modernen Aufzuges.

Diese modernen Fahrstühle arbeiten ausnahmslos mit automatischer Langsamfahrt und Feineinstellung. Zur Verhütung von Unfällen ist der Türmechanismus mit einem Lichtrelais verriegelt, derart, dass die Türe nur dann geschlossen werden kann, wenn niemand in der Türöffnung steht.

Die Fahrgeschwindigkeit beträgt praktisch etwa 1 Stockwerk pro Sekunde, oder, exakt ausgedrückt, etwa 4 bis 6 m/s. Die Beschleunigung ist sehr gross und beträgt etwa 2 m/s^2.

Die Liftanlagen werden fast ausnahmslos mit Gleichstrom betrieben. Die Umformung des Drehstromes in Gleichstrom erfolgt meist mit rotierenden Umformern. Jeder Lift ist von einer Ward-Leonard-Gruppe angetrieben. Neue Liftanlagen arbeiten mit Rekuperation, wodurch namhafte Ersparnisse an Energiekosten und Bremsbelägen erzielt werden.

Das Fassungsvermögen einer Kabine beträgt meist etwa 20 Personen oder 1500 bis 1600 kg. Solche Lifts besitzen eine Antriebsgruppe mit 30 bis 110 kW Leistung.

Bei zahlreichen Geschäftsbesuchen habe ich die Wartezeiten für Lifts gemessen; sie schwankte zwischen etwa 10″ und 70″ mit einem Durchschnitt von etwa 30″. Die mittlere Reisegeschwindigkeit beträgt etwa 1 Stockwerk in 3 bis 4 Sekunden.

Zusammenstellung der Hauptdaten einiger Liftanlagen.

Tabelle I.

No.	Gebäude	Gebäude-Höhe m	Zahl der Stockwerke	Zahl der Lifts	Fahrgeschwindigkeit m/min	Motorleistung kW	Tragkraft
1	Irving Trust Co.	191	50	22		50	
2	Equitable Life Ins. Co.		22		183	30	
3	Chrysler Bdg.	318	77	30	214 bis 244	35 bis 45	
4	Stone & Webster		43	10	—	40	
5	Rockefeller Centre	260	70	75	366 bis 426	75	1600 kg
6	Empire State Bdg.	380	86	67	366	110	1600 kg

B. Krananlagen.

Aehnlich wie bei den Liftanlagen fällt auch bei den Krananlagen auf, mit wie grossen Geschwindigkeiten gearbeitet wird. So arbeiten die Kohlenkrane im Hell Gate-Kraftwerk in New York mit einer Hubgeschwindigkeit von rund 6 m/s.

(Fortsetzung folgt.)

Remarques sur l'emploi des conducteurs unipolaires à haute tension isolés au caoutchouc.

Communication de la *S. A. des Câbleries et Tréfileries de Cossonay.*

621.315.21 : 621.315.616.0046

Il n'est pas assez connu, dans la pratique, que dans certaines conditions, la gaine de caoutchouc des câbles isolés peut être attaquée et perdre rapidement toutes ses qualités isolantes. C'est le cas lorsqu'elle se trouve en présence d'ozone. Ce gas qui exerce une influence destructive sur le caoutchouc, se produit dans les conditions suivantes:

Dès que le champ électrique existant à la surface d'un conducteur atteint une certaine valeur, cette surface devient le siège d'effluves, c'est-à-dire d'amorces de décharges dans l'air. Ce phénomène n'est pas dangereux en lui-même, mais il provoque la transformation de l'oxygène de l'air en ozone. Lorsque le cas se présente à la surface d'un conducteur isolé

au caoutchouc protégé ou non par une tresse ordinaire, le caoutchouc est attaqué par l'ozone; il perd son élasticité, de petites fissures transversales se produisent, puis s'étendent peu à peu jusqu'à perforation complète.

Comme il n'est pas possible, pour des raisons économiques et pratiques, de donner des dimensions suffisantes à la gaine isolante des conducteurs à haute tension de construction normale pour les éviter complètement, des effluves peuvent toujours se produire. Il suffit, pour cela, du voisinage immédiat de conducteurs d'autre polarité ou de pièces conductrices mises à la terre provoquant une déformation du champ électrique.

Les deux cas suivants, qui se sont présentés dernièrement, sont instructifs à ce sujet et montrent les dangers auxquels on peut être exposé.

Pour l'alimentation d'une station de transformation provisoire composée de deux transformateurs de 160 kVA, 8000 V, on utilisait, pour des raisons pratiques, deux groupes de 3 conducteurs de 20 mm², recouverts chacun d'une couche de caoutchouc de 7 mm et d'une tresse ordinaire imprégnée. Ces conducteurs avaient été essayés dans l'eau pendant 20 minutes à 25 000 V. Dans l'installation en question, ils furent posés en partie dans le sol, et en partie le long d'un poteau de bois pour le raccordement à la ligne aérienne. Jusqu'à une hauteur de 4 m du sol, ils étaient protégés par un fer zorès mis à la terre. Après 2 semaines environ de service normal, un claquage se produisit entre 2 conducteurs et le fer de protection.

Les 6 conducteurs montraient dans la partie protégée par le fer zorès des défauts identiques: des fissures transversales plus ou moins profondes de la couche de caoutchouc, situées toutes sur la même génératrice. Les parties posées dans le sol, de même que celles qui n'étaient pas recouvertes par le fer zorès, ne présentaient pas de défauts, et subirent à nouveau avec succès l'essai d'isolement dans l'eau à 25 000 V.

Comme les défauts constatés présentaient l'aspect caractéristique d'une attaque par l'ozone, des éléments sains furent soumis à l'essai de résistance à l'ozone [1]).

Après avoir enlevé la tresse extérieure, une éprouvette de conducteur sain a été disposée en 3 spires jointives sur un noyau métallique de 110 mm de diamètre. Cette éprouvette fut immergée dans de la grenaille de plomb et soumise à une tension alternative de 25 000 V entre âme et grenaille. Cette disposition a pour but de provoquer une intensification des effluves et de la formation d'ozone. Après ½ heure déjà le claquage se produisit et la couche de caoutchouc montra, à l'examen, exactement les mêmes fissures transversales constatées précédemment sur la partie détériorée. Le même résultat a donc été obtenu avec cette différence que, dans l'essai de contrôle, le processus a été accéléré par l'augmentation de la tension, par la courbure du conducteur et par le contact intime de ce dernier avec la grenaille.

[1]) Heinrich Viehmann: «Ueber die Ozonfestigkeit von Hochspannungsleitungen mit Gummiisolation und ihre Prüfung». ETZ 1934, Heft 37, 13. Sept. 1934. S. 209.

La preuve était ainsi fournie que les défauts constatés provoquaient bien une attaque par l'ozone.

Un second cas de ce genre s'est révélé dernièrement dans une installation de redresseur transportable. Dans ce cas, la formation de l'ozone a été provoquée par la pose des conducteurs sur une grille métallique qui était à la terre.

Des détériorations dûes à la même cause sont souvent constatées dans les installations d'éclairage au néon et dans les câbles d'allumage de moteurs à explosion.

Pour éviter, dans la mesure du possible, de pareils défauts, 3 solutions peuvent être envisagées:

1° Eviter la formation d'ozone.

2° Protéger la couche de caoutchouc isolante par une tresse ou une enveloppe textile recouverte d'un vernis parfaitement étanche résistant à l'ozone.

3° Remplacer la couche de caoutchouc ou la protéger par une gaine de masse isolante résistant à l'ozone.

La première méthode peut être réalisée en disposant les conducteurs de polarités différentes à une distance suffisante et en évitant soigneusement dans leur voisinage immédiat la présence de pièces conductrices mises à la terre; il ne faudra donc pas utiliser de métal pour les supports et les protections, mais seulement du bois ou d'autres matériaux isolants. Une autre possibilité consiste aussi à appliquer directement sur la gaine de caoutchouc une couche conductrice, couche qui doit être protégée et mise à la terre. Les extrémités des conducteurs sont alors à traiter d'une façon particulière (boîtes d'extrémité).

Dans la seconde solution, les enveloppes en textiles utilisées normalement seront vernies et formeront une couche absolument imperméable. Dans la fabrication il faudra veiller à ce qu'il ne reste pas, entre la couche protectrice et le caoutchouc, de cavité remplie d'air, ce qui rendrait la protection tout à fait illusoire. Un certain risque est cependant toujours à courir car la couche de vernis peut être blessée au montage et se fendiller avec le temps.

Troisième solution: on cherche depuis quelques années des matières isolantes résistant à l'ozone, soit pour remplacer la couche de caoutchouc elle-même, soit pour être utilisées sous forme de gaine de protection à appliquer sur le conducteur déjà isolé. Ces nouveaux matériaux sont des produits synthétiques, dont plusieurs ont déjà donné des résultats intéressants.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Keramische Dielektrika. 621.315.6.612

Ueber dieses Thema sprach im Rahmen des von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vortragszyklus für technische Physik Dipl.-Ing. *W. Soyck* vom Zentrallaboratorium der Steatit-Magnesia G. m. b. H., Berlin. Seine interessanten Ausführungen sind nachstehend kurz zusammengefasst.

Die kennzeichnenden Eigenschaften eines Isolierstoffes sind Dielektrizitätskonstante (DK), Durchschlagsfestigkeit, Isolationswiderstand und dielektrische Verluste. Die letzten sind bekanntlich gekennzeichnet durch den Verlustfaktor $\mathrm{tg}\delta$, wo δ die Abweichung der Phasenverschiebung von 90° bezeichnet.

Die Quelle der dielektrischen Verluste bildet erstens die Ohmsche Leitfähigkeit der Dielektrika, zweitens ihr Aufbau aus Molekülen mit permanentem elektrischem Dipolmoment. Solche polare Molekeln erfahren im elektrischen Feld eine Richtkraft, die ihre Einstellung parallel zum Feld erzwingt. Bei dieser Einstellung wird von der Feldkraft auf Kosten der Feldenergie Arbeit geleistet, die sich nach aussen in einer Erwärmung des Dielektrikums bemerkbar macht. Da jedem einzelnen Molekül ein bestimmtes mechanisches Trägheitsmoment zukommt, besteht eine Abhängigkeit des Verlustfaktors von der Frequenz der angelegten Wechselspannung in dem Sinn, dass dieser mit steigender Frequenz zunächst zunimmt bis zu einem Maximalwert, um dann bei sehr hohen Frequenzen wieder zu sinken, weil die Moleküle infolge ihrer Trägheit den raschen Feldänderungen nicht mehr zu folgen vermögen.

In der Theorie von Debye erfahren diese Erscheinungen eine quantitative Behandlung für den Fall der Flüssigkeiten und Gase. Das feste Dielektrikum hingegen wurde von der Theorie bis jetzt noch nicht erfasst; Aufschlüsse über sein Verhalten sind bisher auf rein experimentellem Wege beschafft worden. Es hat sich dabei ganz allgemein gezeigt, dass Stoffe, die einheitlich kristallinen Aufbau besitzen, weit geringere dielektrische Verluste aufweisen als Substanzen, die ein Gemisch kristalliner und glasiger Stoffe darstellen.

Für die Technik erwuchs somit die Aufgabe der Auffindung von Rohmaterialien einheitlich kristalliner Struktur, die sich nach den üblichen Herstellungsverfahren zu Isolierstoffen mit den gewünschten elektrischen und mechanischen Eigenschaften verarbeiten lassen.

Als ältestes keramisches Dielektrikum ist das Porzellan zu erwähnen. Es ist ein Gemenge von Kaolin, Quarz und Feldspat und besitzt als solches nicht den erwünschten rein

kristallinen Aufbau. Seine DK beträgt etwa 6, sein Verlustfaktor 10 bis 15 ‰.

Isolierstoffe jüngern Datums, mit wesentlich günstigeren elektrischen Eigenschaften, sind die Stoffe der Steatitgruppe. Sie bestehen im wesentlichen aus einem Gemisch von Magnesium- und Siliciumoxyd (MgO, SiO_2), mit kleinen Zuschlägen von Aluminiumoxyd (Al_2O_3). Ihre DK ist ca. 5, der Verlustfaktor von der Grössenordnung 1 ‰. Es existieren verschiedene Ausführungen, die sich im Mengenverhältnis der genannten Bestandteile unterscheiden und unter den Handelsbezeichnungen Steatit normal, Frequenta, Calit, Sondersteatit bekannt sind.

Die Suche nach Materialien hoher DK, die der Kondensatorbau verlangt, hat durch Auffindung der Rutilgruppe zu einem vollen Erfolg geführt. Rutil (TiO_2) besitzt eine DK von 110, die allerdings starke Temperaturabhängigkeit, nämlich eine Abnahme von 10 % pro 100° Temperaturanstieg, aufweist. Erniedrigung dieses Temperaturkoeffizienten wird erreicht durch Zusatz von ca. 20 % Zirkonerde (ZrO_2) zum Rutil. Der so gewonnene Kunststoff trägt die Bezeichnung Kerafar U und ist gekennzeichnet durch die Daten: DK 70, Temperaturkoeffizient —7 % pro 100°, Verlustfaktor 0,5 ‰. Sehr günstige Eigenschaften weist bei etwas tiefer liegender DK die Rutilverbindung Magnesiumorthotitanat ($TiMg_2O_4$) (Handelsbezeichnung Deakond) auf: DK 18, Temperaturkoeffizient + 0,3 %, Verlustfaktor 0,1 ‰.

Die Herstellung der keramischen Dielektrika erfolgt in drei Schritten: 1. Formgebung in feuchtem, plastischem Zustand; 2. Trocknen; 3. Dichtbrennen (Sintern). Hierbei tritt ein Schwund bis zu 10 % ein.

Die technische Verwendung dieser neuen Isolierstoffe erstreckt sich vor allem auf den Isolator- und Kondensatorbau. Keramische Kondensatoren lassen sich in einem Stück herstellen mit Kapazitäten bis zu 3000 cm. Sie ertragen Scheinleistungen bis zu 5 kVA. Ihre Hauptvorteile gegenüber den Glimmer- und Papierkondensatoren bestehen in den kleinen Abmessungen, der Formstarrheit, der hohen Beständigkeit im Betrieb. Letztere wird erreicht dank der Möglichkeit, die Metallisierung unmittelbar auf das Dielektrikum aufzutragen. In Anwendung kommt hierbei sowohl die Kathodenzerstäubung als auch das Metallspritzverfahren nach Schoop. Vor allem bei höheren Betriebsspannungen, bei denen der Glimmer zur Erzielung der erforderlichen Isolation geschichtet werden muss, wird der keramische Kondensator dank seiner niedrigeren Gestehungskosten immer mehr mit Vorteil an Stelle des Glimmerkondensators treten. *H. W.*

Normung von Aluminium-Schienen für elektrische Anlagen.

389.6 : 621.316.35 : 621.315.53

Die Technische Kommission 14b des VSM-Normalienbureau hatte schon im Jahre 1931 die Normung der Aluminium-Schienen vorgesehen. Das Programm umfasste die Festlegung der Abmessungen, der Spezifikationen des Werkstoffes und der zulässigen Strombelastungen bei Gleich- und Wechselstrom. Da die Belastungswerte für die praktische Anwendung sehr grosse Bedeutung haben, einheitliche und befriedigende Unterlagen zu deren Festlegung aber nicht zur Verfügung standen, wurden eingehende Versuche durchgeführt. Um eine systematische und nutzbringende Auswertung der Versuchsergebnisse zu ermöglichen, erfolgten auch theoretische Untersuchungen; diese wurden in STZ, Heft 34 vom 22. August 1935, veröffentlicht. Ueber die Versuche und deren Auswertung sowie ihren Vergleich zu den theoretischen Ergebnissen und zu Literaturangaben wurde in STZ, Heft 39 vom 26. September 1935, berichtet. Die grosse Zeitdauer, die die Versuche und ihre Auswertung beanspruchten, ermöglicht erst jetzt die Veröffentlichung der Entwürfe. Die Entwürfe zerfallen in zwei Abschnitte:

1. Werkstoff und Abmessungen und
2. Strombelastungen.

1. Die Werkstoffeigenschaften sind aus Tabellen I und II ersichtlich. Sie enthalten neben den angegebenen Garantiewerten über die mechanischen, elektrischen und physikalischen Eigenschaften noch diverse Orientierungswerte, ferner den Ausgangswerkstoff. In einer besonderen, hier nicht veröffentlichten Tabelle sind die Abmessungen mit 51 verschiedenen Querschnitten von 10 bis 4000 mm² und 5×2 bis 200×20 mm mit den Gewichten und Toleranzen zusammengestellt.

Mechanische Eigenschaften.

Garantie-Werte: Tabelle I.

Zustand	Streckgrenze kg/mm² mindestens	Zugfestigkeit kg/mm² mindestens	Bruchdehnung % $l = 11{,}3\sqrt{F}$ mindest.	Brinellhärte kg/mm² 10 D^2
hart, gewalzt oder gezogen	14	15	4	ca. 35
½*hart*, gewalzt oder gepresst, zwischengeglüht und nachgewalzt oder nachgezogen	9	11	6	ca. 30
weich, gepresst oder gewalzt oder gezogen und geglüht .	ca. 4 – 6	7 – 9	30 – 45	ca. 20 – 40

Elektrische und physikalische Eigenschaften.

Garantie-Werte: Tabelle II.

Zustand	Elektr. Leitfähigkeit m/Ω mm² bei 20° C mindestens	Spez. Widerstand Ω mm²/m bei 20° C höchstens
hart, ½ hart	34	0,0294
weich	35	0,0286

2. Die Strombelastungen umfassen die dauernd zulässigen Belastungen bei Gleich- und Wechselstrom (50 Per./s) für eine Schiene bis zu zehn parallelen Schienen. Als Bezugstemperatur wurden 20° C, als zulässige Erwärmung 35° C zugrunde gelegt bei ruhender Luft; die Oberfläche der Schienen wurde als rohblank, d. h. leicht oxydiert angenommen. Die Anordnung der Schienen ist horizontal-hochkant, der Abstand der Schienen bei paralleler Anordnung ist gleich der Schienendicke. Für diese Verhältnisse sind die Ströme in Tabellen zusammengestellt.

Um auch die Belastungen bei andern Verhältnissen bestimmen zu können, wurde ein Unterabschnitt mit Umrechnungsfaktoren angefügt. Diese erlauben die Berücksichtigung verschiedener Bezugs- und Uebertemperaturen, Oberflächenbeschaffenheit und Schienenanordnung, des Einflusses der Luftgeschwindigkeit und verschiedener Frequenzen des Stromes sowie bei Wechselstrom Berücksichtigung des Einflusses des Abstandes der Rückleitung. Einige dieser Umrechnungsfaktoren gelten allerdings nur als Richtlinie und nicht als feste Norm; dies trifft insbesondere z. B. für die Umrechnungen auf Frequenzen über 50 pro Sekunde zu, da hiefür Versuchsunterlagen fehlen.

Diese Umrechnungen sind von besonderer Bedeutung, weil bei den praktisch vorliegenden Fällen der Projektierung und Ausführung oft andere Verhältnisse vorkommen, als sie den Tabellenwerten zugrunde liegen.

Die Entwürfe über die Strombelastungen und Umrechnungen können wegen ihres Umfanges hier nicht veröffentlicht werden. Interessenten können sie für Abschnitt 1 und 2 beim VSM-Normalienbureau, Lavaterstrasse 11, Zürich, zur Kritik beziehen. Ablauf der Frist zur Stellungnahme: 5. Juni 1936. Der Bearbeiter: *F. Streiff.*

Das Normenwerk der deutschen Lichttechnik.

Von *H. Lux*, Berlin. 389.6 : 628.93(43)

(Zur Einführung der Normblätter DIN 5031 bis 5037 [1]) liess der bekannte Lichttechniker Herr Dr. H. Lux, Berlin, in den DIN-Mitteilungen vom März 1936 einen Aufsatz erscheinen, den wir hier im Einverständnis mit dem Autor und dem Verlag abdrucken. Er gibt einen wertvollen Ueberblick über den Stand und die Bestrebungen der modernen Lichttechnik und bietet auch den Fachleuten Wertvolles. *Red.*)

Von allen andern Zweigen der Technik unterscheidet sich die Lichttechnik dadurch, dass zur Bewertung ihrer Leistungen physiologische und z. T. auch noch psychische Empfindungen herangezogen werden müssen, und dass zum Messen der physiologischen Vorgänge in letzter Linie nur der optische und nervöse Sehapparat des Auges verwendet werden kann. Das bedingt eine stark individuelle Willkür bei der Beurteilung der Beobachtungsergebnisse und erschwert die Nachprüfung durch andere Beobachter. Niemand weiss, wie ein anderer die Farben sieht — daher die auffällige Erscheinung, dass erst Ende des 18. Jahrhunderts die Farbenblindheit entdeckt wurde —, und niemand ist imstande, die absolute Stärke eines einzelnen Lichteindruckes zu schätzen. Zieht man dann noch in Betracht, dass das Auge mehr noch als jedes andere Sinnesorgan den schwersten Täuschungen zum Opfer fallen kann, so ist leicht zu erkennen, weshalb sich die Lichttechnik erst verhältnismässig spät Gleichberechtigung mit ihren technischen Geschwistern errungen hat. Dafür aber besitzt sie jetzt als einzige Technik die Kenntnis von den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Sie allein vermag auszusagen, mit welchem höchstmöglichen Wirkungsgrade mechanische Energie in sichtbare Strahlung, in Licht, umgewandelt werden kann. Zum Ausdruck kommt diese Tatsache in dem mechanischen Lichtäquivalent, das seinen Höchstwert in dem Strahlungsbezirk gewinnt, in dem das Auge die höchste Empfindlichkeit aufweist, im Gelbgrünen bei $\lambda = 555$ mμ. Da dieser Empfindlichkeitshöchstwert in enger Beziehung zur Temperatur der Sonne steht, an deren Strahlung sich das menschliche Auge biologisch angepasst hat, so gilt das mechanische Lichtäquivalent eben auch nur für das Auge des erdgebundenen Menschen. Für die lichtempfindlichen Organe anderer Lebewesen, so für die Meerestiere in verschiedenen Tiefen, für Höhlenbewohner und Nachttiere hat das mechanische Lichtäquivalent jeweils andere Werte, weil es sich hier — im Gegensatz zum mechanischen Wärmeäquivalent — nicht um eine *unabhängige*, sondern um eine von der Empfindlichkeit des Empfangsorgans *physiologisch abhängige* physikalische Grösse handelt.

Streng genommen hat das mechanische Lichtäquivalent auch einen von Mensch zu Mensch abweichenden Wert; normenmässig ist aber ein ganz bestimmter Wert international festgelegt worden, der sich als Mittelwert aus zahlreichen Messungen der spektralen Hellempfindlichkeiten ergibt.

Die Feststellung dieser Tatsachen hat die Lichttechnik endgültig aus der Empirie zur Wissenschaft erhoben. Die Entwicklung hierzu vollzog sich, seit Ende des vorigen Jahrhunderts, als mit der Entdeckung des dynamo-elektrischen Prinzips das elektrische Licht und mit der Nutzbarmachung der seltenen Erden das Gasglühlicht in den allgemeinen Gebrauch übergeführt wurden und die Lichttechnik sprunghafte Fortschritte machte.

Die Anwendung neuer Lichtquellen seit 1880 und ihr Wettbewerb untereinander bedingten die Ausbildung neuer Bewertungsarten, scharfer Begriffsbestimmungen und genauer Messverfahren.

Im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurden auf diesem Gebiete achtungswerte Fortschritte erzielt, so dass sich bald das Bedürfnis zu ihrer Normung herausstellte. Entscheidende Schritte in dieser Richtung waren die Gründung der internationalen Lichtmesskommission und verschiedener lichttechnischer Gesellschaften in den Kulturstaaten. Die aus der alten Lichtmesskommission hervorgegangene *Internationale Beleuchtungs-Kommission* (IBK) ist gegenwärtig die Stelle, in der die Arbeiten der einzelnen an ihr beteiligten Nationen (z. Z. 19) zusammenlaufen, aus denen sich dann unter einheitlichem Gesichtspunkt zusammengefasste Regeln und Leitsätze herausbilden sollen. *)

Die Arbeiten der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (DLTG), die in den beiden letzten Jahrzehnten entstanden sind, liegen jetzt in einem Werk vor, das die deutschen Normblätter DIN 5031 bis 5037 umfasst. Es beginnt logisch mit einer Festlegung der «Grundgrössen, Bezeichnungen und Einheiten», wie sie in der Lichttechnik gebräuchlich geworden sind.

Weil bei der Aufstellung des hierauf bezüglichen Normblattes DIN 5031 der Entstehungsgeschichte und den internationalen Abmachungen Rechnung getragen werden musste, macht es leider einen etwas zwiespältigen Eindruck, und es steht in seinem ersten Teil, der vereinfachten Darstellung lichttechnischer Begriffe, mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen einigermassen im Widerspruch. Das gilt vor allem für die Grundgrössen: Lichtstrom und Lichtstärke.

Als lichttechnische Ausgangsgrundgrösse galt noch bis in das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts hinein die «Lichtstärke», die, wenn man sich auf ihre Masseinheit, die «Kerze» stützt, zwar als recht anschaulicher Begriff erscheint, die in Wirklichkeit aber eine abgeleitete und dazu noch ganz unreale Grösse ist. Zwecks Schaffung klarer Grundlagen ist deshalb für das Licht als Grundeinheit die ausgestrahlte *Lichtleistung* gewählt worden, die aber nicht physikalisch, sondern physiologisch gemäss der international festgelegten Kurve der spektralen Hellempfindlichkeit bewertet wird.

Diese international festgelegte Begriffsbestimmung ist zwar korrekt, und es handelt sich auch um eine ganz reale Grösse: aber sowohl ihre *Bezeichnung «Lichtstrom»* als auch ihre *Messung* auf dem Umwege über die Lichtstärke sind wie geschaffen, Verwirrung zu erzeugen. Bei den Verbrauchern, aber auch bei Installateuren und Händlern wird nur zu oft der Lichtstrom mit dem aus dem Leitungsnetz bezogenen elektrischen Strom verwechselt; und die Lichtstärke, die zur Messung des Lichtstromes dient, ist ihrerseits als «Raumwinkel-Lichtstromdichte» bestimmt, also aus dem Lichtstrom abgeleitet.

Dieser innere Widerspruch hat deshalb die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG) veranlasst, in dem Normblatt DIN 5031 auch eine *strenge* Festlegung der lichttechnischen Begriffe aufzustellen, bei der von der vom Licht ausgelösten Grundempfindung ausgegangen wird. Das ist der Helligkeitseindruck auf das Auge, dem objektiv die Leuchtdichte des betrachteten Gegenstandes (mag es ein Selbstleuchter sein oder mag er auftreffendes Licht zurückstrahlen) entspricht. Aus der Leuchtdichte lassen sich dann widerspruchslos die andern Grundgrössen ableiten.

Bei der Berlin-Karlsruher Tagung der IBK im Jahre 1935 ist auf Grund der Anregungen der DLTG eine Sonderfachgruppe eingesetzt worden, die diese Frage weiterbearbeiten soll. Bis zur Vollendung dieser Arbeit bleiben aber die alten internationalen Grundgrössen mit ihren gegenseitigen Abhängigkeitsbeziehungen und ihren Einheiten in Geltung, nämlich: Lichtstrom (Lumen), Lichtstärke (Hefnerkerze oder internationale Kerze), Beleuchtungsstärke (Lux), Leuchtdichte (Stilb). — Die beiden Lichtstärke-Einheiten: internationale Kerze und Hefnerkerze, stehen bei der Tem-

[1]) DIN 5031 Grundgrössen, Bezeichnungen und Einheiten in der Lichttechnik (RM 1.—).
DIN 5032 Photometrische Bewertung und Messung von Lampen und Beleuchtung (RM 2.—).
DIN 5033 Bewertung und Messung von Farben (RM 1.50).
DIN 5034 Leitsätze für Tagesbeleuchtung (RM 1.50).
DIN 5035 Leitsätze für die Beleuchtung mit künstlichem Licht (RM 2.—).
DIN 5036 Bewertung und Messung von Beleuchtungsgläsern (RM 1.—).
DIN 5037 Bewertung von Scheinwerfern (RM —.75).
Zu beziehen, zuzüglich Versandkosten, durch Beuth-Verlag GmbH, Berlin SW 19, Dresdener Strasse 97.

*) Siehe die Broschüre «Die bisherigen Arbeiten der IBK», zu beziehen beim SEV und VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8. Red.

peratur der Kohlenfadenlampe im Verhältnis von 10 : 9 (1,11) zueinander [2]).

Für die Bewertung von Lichtquellen kommen in erster Linie die aufgenommene Leistung (in Watt oder Kalorien) und die ausgestrahlte Lichtleistung (in Lumen) in Betracht. Vorschriften für ihre subjektive Messung [3]), die sich auf einer Erfahrung von 40 Jahren Lichtmesstechnik aufbauen, gibt das Normblatt DIN 5032 «Photometrische Bewertung und Messung von Lampen und Beleuchtung». Werden sie genau beachtet, so sind unbedingt zuverlässige und jederzeit wieder herstellbare Ergebnisse zu erwarten, was bei Streitigkeiten und Mängelrügen von besonderer Wichtigkeit ist. Das Normblatt betont deshalb vor allem die Fehlerquellen bei den verschiedenen in Betracht kommenden subjektiven Messverfahren und gibt Anleitungen für ihre Beseitigung. Wirkliche Schwierigkeiten treten dann kaum noch auf, ausser bei der Vergleichung verschiedenfarbiger Lichtquellen miteinander. Hier aber handelt es sich um ein noch nicht endgültig gelöstes physiologisches Problem. Die zur Ueberwindung der auftretenden Schwierigkeiten angegebenen Verfahren reichen aber für die praktischen Zwecke der Beleuchtung aus.

Ergänzt wird das eben besprochene Normblatt durch das Normblatt DIN 5033, das die *Bewertung und Messung von Farben* behandelt. Das normale menschliche Auge sieht bei der Ueberschreitung eines verhältnismässig niedrigen Schwellenwertes der Helligkeit immer bestimmte Farben. Der vom Auge wahrgenommene oder photometrisch bestimmte Helligkeitseindruck kennzeichnet deshalb auch nicht vollständig den vom Auge aufgenommenen farbigen Eindruck von Lichtern und rückstrahlenden Flächen. Zur *Kennzeichnung* des Farbeindruckes ist das Auge allein ganz ausserstande. Sogar bei selbstleuchtenden Gegenständen kann unter gewissen Umständen anstatt der wirklichen Eigenfarbe die Komplementärfarbe in Erscheinung treten, und bei farbig rückstrahlenden Gegenständen ist der Farbeindruck immer abhängig von der Farbe der beleuchtenden Lichtquelle. Sind aber bestimmte, genau vorgeschriebene Sehbedingungen erfüllt, so genügen zur Kennzeichnung des Farbeindruckes 3 Zahlen, etwa: Farbton, Sättigung und Leuchtdichte, oder Angabe der zur Erzeugung der betreffenden Farbe benötigten Menge von genau festgelegten Eichfarben usw. Praktisch kommen für die Messung in Betracht:

1. Das Spektralverfahren, mit dem die relative spektrale Zusammensetzung der vom Strahler ausgesandten oder von der Oberfläche zurückgeworfenen oder durchgelassenen Strahlung bestimmt und hieraus Farbmasszahlen abgeleitet werden; oder
2. das Gleichheitsverfahren, nach dem die zu messende Farbe mit einer anderen durch Kennzahlen genau bestimmten Farbe verglichen wird. Die hierfür im Verkehr befindlichen Farbatlanten, auch der Farbatlas und der Farbkörper von Ostwald, können zur Farbmessung nur dann herangezogen werden, wenn die Farbenbeispiele nach dem Spektralverfahren ausgewertet sind.

Bei den Farbatlanten darf die allmähliche Farbveränderung durch atmosphärische Einflüsse und durch länger andauernde Beleuchtung nicht ausser acht gelassen werden.

Von praktischer Bedeutung sind die Farbmessverfahren in industriellen Betrieben, die Farbstoffe herstellen oder benutzen, die Textilien, Leder, Papier, keramische Waren und andere Gegenstände einfärben, oder die farbige Gläser, farbige Lichtquellen, Leuchtphosphore usw. erzeugen. Trotz der grossen Wichtigkeit genauer Farbmessungen für die Industrie, für Handel und Verkehr sind sie bisher in der Praxis arg vernachlässigt worden; z. T. wohl deshalb, weil hierfür keine eingehenden Anleitungen und keine Normung vorhanden waren. Das Normblatt DIN 5033 füllt also eine sehr empfindliche Lücke aus.

Zu weiterer Ergänzung des besprochenen Normblattes DIN 5032 dienen dann noch die Normblätter DIN 5036 und DIN 5037, die sich auf die Bewertung und Messung von Beleuchtungsgläsern sowie von Scheinwerfern beziehen. Das Blatt DIN 5036 ist vornehmlich für die Hersteller von Beleuchtungsgeräten aller Art bestimmt, während das Blatt DIN 5037 von Wichtigkeit für den Kraftwagenverkehr ist. Ohne Scheinwerfer sind Nachtfahrten von Kraftfahrzeugen so gut wie unmöglich. Der Scheinwerfer gehört deshalb auch zu den unentbehrlichen Ausrüstungsgegenständen des Kraftfahrzeugs. Das Normalblatt DIN 5037 wird die Einheitlichkeit in der Messung und Bewertung von Scheinwerfern fördern.

Die Normblätter DIN 5034 und 5035 enthalten Leitsätze für Tagesbeleuchtung und für die Beleuchtung mit künstlichem Licht. Sie sind von der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft zusammen mit den massgebenden Behörden bearbeitet und schon früher veröffentlicht worden. Sie gelten in Streitfällen als Beweismittel von ähnlicher Bedeutung wie etwa die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Besonders die Leitsätze für künstliches Licht (DIN 5035) werden von den Gewerbeaufsichtsbeamten als massgeblich für die Beurteilung der Beleuchtung in gewerblichen Betrieben angesehen, während die Leitsätze für Tagesbeleuchtung (DIN 5034) ein wichtiges Hilfsmittel für die Planung von Bauten darstellen und von fortschrittlich eingestellten Architekten auch in diesem Sinne benutzt werden.

Die Aufnahme dieser Leitsätze in das grosse deutsche Normenwerk wird die Bedeutung und Verbreitung der Leitsätze erheblich fördern. Aehnliche Leitsätze sind zwar auch schon in anderen Staaten in Gebrauch, an einzelnen Stellen haben sie sogar Gesetzeskraft. Von diesen fremdländischen Leitsätzen unterscheiden sich die deutschen vor allem durch Einführung und Begründung des Begriffes der *Beleuchtungsgüte.* Zur Erzielung einer guten Beleuchtung sind nicht nur die Beleuchtungsstärke, sondern ausserdem noch Schattigkeit, örtliche und zeitliche Gleichmässigkeit, Leuchtdichte der Leuchtgeräte (Blendungsfreiheit) und Lichtfarbe den Ansprüchen der zu verrichtenden Arbeit, der Betriebssicherheit, dem Verwendungszweck des Raumes und der Verkehrssicherheit anzupassen. Ausserdem aber sind in den deutschen Leitsätzen die für die verschiedenen Verrichtungen geforderten Beleuchtungsstärken erstmalig aus den physiologischen Sehbedingungen abgeleitet worden. Im Gegensatz zu den früher benutzten, rein aus der Erfahrung abgeleiteten Werten haben die deutschen Zahlen deshalb auch ein ganz besonderes Gewicht.

Die im Herbst 1935 von der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft in Verbindung mit dem Amte «Schönheit der Arbeit» in der DAF eingeleitete Propaganda für gute Beleuchtung zum Schutze des Auges, zur Verminderung der Unfälle und zur Befruchtung der Arbeitsleistung an allen Stellen — auch bei den Behörden wie Post, Eisenbahn usw. — hat die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf die fruchtbare und überaus notwendige Tätigkeit der Lichttechnik gelenkt. Das jetzt erschienene Normenwerk wird der weiter fortzusetzenden Werbetätigkeit für «Gutes Licht» eine starke und zuverlässige Stütze bieten. Auch die schweizerischen Lichttechniker werden gerne nach diesen wertvollen, aufschlussreichen Unterlagen greifen.

Akkumulator-Fahrzeuge.

629.113.65

Der Elektrolastwagen eignet sich für viele Zwecke in derart hervorragendem Masse, dass es eigentlich überraschen mag, wie wenig er bisher in der Schweiz benutzt wird und wie mühsam sich seine Einführung in grösserem Maßstabe gestaltet. Hier gilt es vor allem, bekannte Vorurteile durch Tatsachen zu widerlegen und eine gewisse Trägheit zu überwinden. Das erstrebte Ziel jedenfalls ist aller Anstrengungen wert.

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass das Elektromobil keinen allgemeinen Wettbewerb mit dem Brennstoff-Fahrzeug aufnehmen soll und dies auch nicht kann. Infolge der Begrenzung seines Fahrbereiches durch die Batterie auf ungefähr 60 bis 70 km kann das Elektromobil nur im Stadt- und Vorortsverkehr eingesetzt werden. Durchgeführte Unter-

[2]) Das Verhältnis ändert sich mit der Farbtemperatur der Lichtquellen und erhöht sich um etwa 4 % bei der Temperatur der hochbelasteten Wolframlampe mit Gasfüllung.

[3]) Ein die objektiven Messverfahren behandelndes Normblatt ist in Vorbereitung.

suchungen haben gezeigt, dass in den Großstädten die tägliche Transportleistung von ungefähr 80 % der Fahrzeuge die Grenze von 60 km nicht überschreitet und somit innerhalb des Leistungsbereiches der normalerweise verwendeten Fahrzeugbatterien liegt.

Der Elektrolastwagen entwickelt nur eine Höchstgeschwindigkeit von 25 bis 30 km/h; trotzdem haben Versuchsfahrten ergeben, dass der Elektrolastwagen mit diesen Geschwindigkeiten einem Benzinfahrzeug gleicher Tragfähigkeit im Stadtverkehr, insbesondere im Lieferdienst von Haus zu Haus, wesentlich überlegen ist. In Tabelle I ist das Ergebnis von Versuchsfahrten zusammengestellt, die im September 1934 in Berlin im Beisein eines neutralen Beobachters mit einem Benzinkraftwagen (Höchstgeschwindigkeit 60 km/h) und einem Elektrowagen (Höchstgeschwindigkeit 30 km/h) für 2 t Nutzlast betriebsmässig durchgeführt worden sind.

Tabelle I.

Entfernung der Haltestellen m	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit		Ueberlegenheit des Elektrowagens %
	Elektrolastwagen km/h	Benzinlastwagen km/h	
30	13,3	7,0	90
100	16,5	12,8	28
200	20,4	17,6	16
300	22,8	20,8	10

Gegenüber den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hat der Elektrowagen den Vorzug der höheren Anfahrbeschleunigung; das Einschalten der Gänge erfordert dort Zeit und bedeutet jedesmal einen Geschwindigkeitsverlust. Der Elektrowagen mit Reihenschlussmotor dagegen wird vom Fahrzeugführer ohne jede Verzögerung eingeschaltet. Bei kurzen Haltepunktabständen bewirkt dieser Vorzug eine grössere Reisegeschwindigkeit des Elektrofahrzeuges im Vergleich zum Brennstoffwagen, dessen Höchstgeschwindigkeit im Stadtverkehr gar nicht ausgenützt werden kann. Sogar bei einer sich über 23 km erstreckenden Wettfahrt durch die Strassen Berlins benötigte das Elektrofahrzeug 3 % weniger Zeit als der Benzinwagen, obwohl beide Fahrzeuge gleichzeitig abfuhren und jedes Fahrzeug das Ziel so schnell wie möglich zu erreichen suchte.

Vom energiewirtschaftlichen Standpunkte aus dürfte Fig. 1 von Interesse sein. Wie daraus hervorgeht, werden beim Benzinwagen 14,2 %, beim Elektrowagen 52,2 % der zugeführten Energie für den Antrieb nutzbar gemacht.

Vorteilbringende Verwendung finden Elektrolastwagen in allen Wirtschafts- und Verwaltungszweigen, die innerhalb des erwähnten Fahrbereiches von etwa 65 km Transporte auszuführen haben und insbesondere den Fahrweg vorher übersehen können. An erster Stelle sind hier die Gemeindebetriebe mit ihren Fahrzeugen für den Kehrichtabfuhrdienst sowie die Strassen- und Kanalreinigung zu erwähnen, dann der Postdienst und die Bahnspedition, ferner Betriebe der Energieversorgung, der Milchversorgung, Bäckereien, Brauereien, Fuhrhaltereien, Kohlenhandlungen und Mühlen. Bei diesen zum Teil lebenswichtigen Betrieben ist auch die Unabhängigkeit der Transporte von der Zufuhr ausländischer Brennstoffe von Bedeutung.

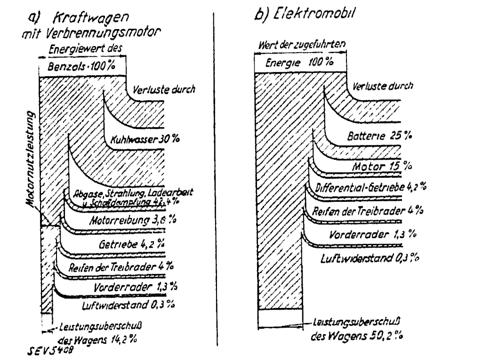


Fig. 1.
Energiediagramm von Automobilen und Elektromobilen.

Die Fahrzeugindustrie hat es verstanden, ihre Erzeugnisse durch entsprechende Aufbauten den gestellten Anforderungen aufs zweckmässigste anzupassen. Wo kleine Hilfsmotoren benötigt werden, ermöglicht die Fahrzeugbatterie besonders bequeme Lösungen.

Anhaltspunkte über den Absatzmarkt, der für den Elektrolastwagen gewonnen werden kann, mögen folgende Berechnungen über die Verhältnisse im deutschen Reich liefern. Von insgesamt 214 000 im Verkehr stehenden Lastkraftwagen sind rund 50 % in den grossen Städten stationiert, und hiervon haben, wie erwähnt, 80 % im Stadtverkehr eine Fahrleistung bis höchstens 60 km im Tag aufzuweisen; es kann somit ein Bedarf von rund 85 000 Elektrolastwagen angenommen werden, wovon 10 000 bereits im Betriebe sind. Der Einsatz der neuen Elektrolastwagen kann praktisch nur dem natürlichen Abgang der vorhandenen Brennstoffkraftwagen folgen. Unter Berücksichtigung der Gliederung nach Grösseklassen lässt sich nach erfolgter Umstellung auf Elektrobetrieb in Deutschland eine jährliche Treibstoffersparnis von ca. 400 Millionen Liter Dieselöl und Benzin errechnen, der ein Mehrverbrauch von ca. 600 Millionen kWh elektrischer Energie entsprechen würde. — (G. Lucas, Das Elektrofahrzeug, seine Verwendung und volkswirtschaftliche Bedeutung; ETZ, 13. Februar 1936.) *W. Sch.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Ueber den Wechselwirkungseffekt bei Radiowellen, den sogenannten «Luxemburgeffekt».

621.396.822

Die ersten bekannt gewordenen Beobachtungen dieser längere Zeit ungeklärten Erscheinung stammen von A. G. Butt, Aprilheft der Zeitschrift World Radio (1933), und von Ir. B. D. H. Tellegen (Nature Juni 1933). Butt hörte bei Einstellung seines Empfängers auf die Welle des Luxemburger Senders das Programm von Radio Paris als Untergrund. Tellegen verwendete bei seinen Beobachtungen einen Batterieempfänger ausserhalb der Stadt, bei dem eine Kreuzmodulation kaum in Frage kommen mochte.

In der folgenden Tabelle sind noch weitere Beobachtungen angeführt, die auf Anregung der Philips-Laboratorien von den Herren Braillard (Brüssel), Ashbridge (London), Gutton (Paris) und Schwaiger (Wien) gemacht wurden.

Ueberdies wurde auf der Trägerwelle von Wien die Modulation von Prag an folgenden Orten wahrgenommen: Schwetzingen, Heidelberg, Innsbruck. Die Modulation von Königswusterhausen wurde wahrgenommen auf der Welle von Warschau in Monkseaton bei Newcastle und am selben Ort auch die Modulation der Station Koolwyk auf der Trägerwelle von Stuttgart.

Sowohl aus diesen Angaben als auch aus Fig. 1 [1]) ersieht man, dass der Effekt am stärksten hervortritt, wenn der Störsender zwischen dem zu empfangenden Sender und dem Empfangsort ungefähr auf deren Verbindungslinie liegt. Diese Tatsache und dass die Erscheinung nur nachts eintritt, deutet auf seine Entstehung in der Heaviside-Schicht hin.

Es lag natürlich nahe, nach einem Zusammenhang der Frequenz des gewünschten Senders mit der des Störsenders

[1]) Funk, Heft 2, S. 33, 1935.

Tabelle I.

Trägerwelle, auf der der Sender Luxemburg gehört wurde	Empfangsort
Radio Paris	Eindhoven
Budapest	Eindhoven
München	Eindhoven, Brüssel, London Antwerpen
Lyon-la-Doua	Eindhoven, Brüssel
Sottens	Eindhoven, Brüssel
Mühlacker	Eindhoven, Brüssel, London
Strassburg	Eindhoven
Milano	Eindhoven
Poste-Parisien	Eindhoven
Frankfurt	Eindhoven
Beromünster	Eindhoven, Brüssel, London Rotterdam, Arnheim, Düsseldorf Paris, Antwerpen
Prag	Brüssel
Leipzig	Brüssel
Langenberg	Brüssel
Trieste	London
Breslau	London
Stuttgart	London
Wien	London, Antwerpen

Tabelle II.

Trägerwelle, auf der der Sender Radio-Paris gehört wurde	Empfangsort
Beromünster	Weymouth
Luxemburg	Reading bei London, St. Helier, Bath, Plymouth, London
London Regional	Bordes B. P.

zu suchen. Z. B. könnte man an Kombinationsfrequenzen der Schwingungszahlen f_1 und f_2 denken, die in der Akustik bekannt sind ($n f_1 \pm m f_2$). Deutungsversuche in dieser Richtung führten zu keinem Resultat.

Zur Aufklärung der Erscheinung wurden dann im Februar 1934 Versuchssendungen von Luxemburg und Beromünster durchgeführt. Beromünster sendete dabei eine konstante, unmodulierte Trägerwelle, während Luxemburg eine modulierte Trägerwelle aussandte, deren Modulationstiefe und Modulationsfrequenz in bestimmten Zeitabschnitten geändert wurden. In Eindhoven wurden dann die Feldstärken der beiden Sender und die durch den Luxemburger Sender veranlasste Modulationstiefe der Trägerwelle von Beromünster gemessen. Die erhaltenen Resultate gibt Tabelle IV.

Die höchste momentan beobachtete Modulationstiefe betrug sogar 12 %, bei einer Modulation des Luxemburger Senders von 80 % und einer Modulationsfrequenz von 100 Per./s. Zwischen der Modulationstiefe des ungewollten Senders («Störsenders») und der dem gewünschten Sender aufgezwungenen Modulation bestand Proportionalität. Ueberdies scheint zu den Zeiten schwachen Empfangs die Modulation durch den «Störsender» stärker zu sein.

Kurz nach diesen Versuchen wurden die Wellenlängen der beiden Stationen Luxemburg und Beromünster ein wenig geändert. Da diese Aenderung auf den beobachteten Effekt keinen Einfluss hatte, ist das Nichtbestehen einer Frequenzbeziehung als bewiesen anzusehen.

Die Beobachtungen haben auch ergeben, dass als «Störsender» nur Stationen mit grosser Sendeenergie (Luxemburg: 200 kW, Droitwich: 150 kW, Radio Paris: 100 kW) in Betracht kommen. Ebenso wurden keine Wechselwirkungseffekte an Sendern von kürzerer Wellenlänge beobachtet. Der kurzwelligste «Störsender», Prag, hat eine Wellenlänge von 468 m. Demnach müssen die Wellen des störenden Senders nicht nur in derselben geographischen Lage wie die des gestörten Senders in der Heavisideschicht verlaufen, sondern auch in dieselbe Höhe vordringen.

Beobachtungen über den «Luxemburgeffekt» in der Schweiz.

Tabelle III.

Sender	m	kW	moduliert Sender	m	kW
I. Beobachtungen in Zürich und Grenchen. Beobachter: René Schild.					
Luxemburg	1304	200	Brüssel I	483,9	19
Luxemburg	1304	200	Langenberg	455,9	100
Luxemburg	1304	200	Hamburg	331,9	100
Mühlacker	522,6	100	Budapest	550,5	120
Mühlacker	522,6	100	Wien	506,8	120
Mühlacker	522,6	100	Prag I	470,2	120
Mühlacker	522,6	100	Leipzig	382,2	120
Mühlacker	522,6	100	Berlin	356,7	100
Mühlacker	522,6	100	Hamburg	331,9	100
Wien	506,8	120	Budapest	550,5	120
Prag I	470,2	120	Wien	506,8	120
Prag I	470,2	120	Kattowitz	395,8	12
Prag I	470,2	120	Breslau	315,8	100
II. Beobachtungen in Grenchen allein. Beobachter: René Schild.					
Beromünster	539,6	100	München	405,4	100
Beromünster	539,6	100	Wien	506,8	120
Mühlacker	522,6	100	Budapest	550,5	120
Prag I	470,2	120	Budapest	550,5	120
Luxemburg	1304	200	Hamburg	331,9	100
III. Beobachtungen in Zürich allein. Beobachter: René Schild.					
Mühlacker	522,6	100	Leipzig	382,2	120
Budapest I	550,5	120	Wien	506,8	120
Prag I	470,2	120	Berlin	356,7	100
Luxemburg	1304	200	North-Regional	449,1	50
IV. Beobachtungen in St. Gallen. Beobachter: Hugo Thiemann.					
Luxemburg	1304	200	Langenberg	455,9	100
Prag I	470,2	120	Breslau	315,8	100
Prag I	470,2	120	Wien	506,8	120

Tabelle IV.

Modulationsfrequenz d. Störsenders . . Per./s	100	200	400	800	1600 — 6400
Modulationstiefe des gestörten Senders . . %	7,5	3,7	3,3	1,2	geht unter in atmosphärischen Störungen

Es ist nun von den Physikern V. A. Bailey und D. F. Martyn [3]) eine Theorie der Wechselwirkung von Radiowellen in der Ionosphäre entwickelt worden, deren wesentliche Gedankengänge hier kurz skizziert werden sollen.

Die Ionosphäre (Heavisideschicht) besteht im wesentlichen aus ionisierter Luft in äusserster Verdünnung. Durch genügend intensive elektromagnetische Wechselfelder, die Radiowellen, welche starke Sender erzeugen, wird nun die mittlere Zahl der Zusammenstösse der Elektronen mit den Gasmolekulen als auch die mittlere Geschwindigkeit ihrer Zickzackbewegung (Agitationsgeschwindigkeit) beeinflusst. Durch die einfallende Welle des stärkeren «Störsenders» tritt nun eine Art Modulation der mittleren Stosszahl auf, und da die Absorption und damit die Intensität der dasselbe Gebiet der Ionosphäre durchkreuzenden Wellen des gewünschten Sen-

[2]) Beobachtungen von René Schild, Stud. phys. ETH, Zürich, private Mitteilung.

[3]) Philosophical Magazine 18 (7) 339, 1934. V. A. Bailey and D. F. Martyn, The Influence of Electric Waves on the Ionosphere.

ders von dieser Stosszahl abhängt, so sind dieselben nach dem Verlassen der vom störenden Sender in seinem Rhythmus «geschüttelten» Heavisideschicht ebenfalls mit der Modulation des störenden Senders behaftet. Sobald daher der gestörte Sender seine Emission einstellt, verschwindet natürlich gleichzeitig auch die Modulation bzw. das Programm des störenden Senders. Man kann auf diese Weise leicht erkennen, ob es sich bei der Störung um einen Wechselwirkungseffekt handelte oder ob dieselbe nur durch ungenügende Selektivität des Empfängers hervorgerufen war.

Bailey und Martyn gehen von den Bewegungsgleichungen aus, die für ein Elektron der Ionosphäre zwischen zwei Zusammenstössen gelten. Zu diesem Zwecke wird ein rechtwinkliges Koordinatensystem benutzt X, Y, Z, die elektrische Feldstärke $\mathfrak{f}$ in die X-Richtung gelegt und die X—Z-Ebene so angenommen, dass der magnetische Vektor des Erdfeldes in ihr liegt. Für die Bewegung des Elektrons ist dabei nur die zu $\mathfrak{E}$ senkrechte Komponente $\mathfrak{H}_p$ massgebend. Die elektrische Feldstärke sei dabei etwa gegeben durch den Ausdruck

$$\mathfrak{E} = \mathfrak{E}_0 \sin (p \cdot t) \tag{1}$$

Die Bewegungsgleichungen lauten dann

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{e}{m} \cdot \mathfrak{E} + \mathfrak{H}_p \cdot \frac{e}{m} \frac{dy}{dt} \tag{2}$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -\mathfrak{H}_p \cdot \frac{e}{m} \frac{dx}{dt} \tag{3}$$

Setzt man noch zur Abkürzung $\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{du}{dt}$ und $\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$ und $\mathfrak{H}_p \cdot \frac{e}{m} = \omega$, so folgt aus den beiden Gleichungen

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \omega^2 \cdot u = \frac{e}{m} \mathfrak{E}_0 \, p \cdot \cos (p \cdot t)$$

Die vollständige Lösung für die Geschwindigkeiten u und v ist dann durch

$$u = B \cos pt + b \cdot \cos \omega t + c \cdot \sin \omega t \tag{4}$$

$$v = -C \sin pt - b \cdot \sin \omega t + c \cdot \cos \omega t \tag{5}$$

gegeben, wo

$$B = \frac{e}{m} \cdot \frac{\mathfrak{E}_0 \cdot p}{\omega^2 - p^2} \text{ und } C = \frac{e}{m} \frac{\mathfrak{E}_0 \cdot \omega}{\omega^2 - p^2}$$

Aus diesen Gleichungen wird nun zunächst die Arbeit berechnet, die das elektrische Feld in der Zeit zwischen zwei Zusammenstössen am Elektron leistet. Diese Zeit sei mit τ bezeichnet. Diese wird nun mit gleicher Wahrscheinlichkeit ihren Anfang in einem beliebigen Zeitpunkt der Periodendauer $\frac{2\pi}{p}$ des elektrischen Feldes nehmen. Der Mittelwert dieser Arbeit W_T über eine Periode ist demnach

$$W_T = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} w_T \, d\delta \qquad \text{wo } \delta = t \cdot p.$$

Eine weitere Mitteilung ergibt sich dadurch, dass alle Zeitdauern zwischen zwei Zusammenstössen einem statistischen Gesetz folgen. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass diese Zeitdauer zwischen den Werten τ und $\tau + d\tau$ liegt, ist der Bruchteil $e^{-\nu T} d(\tau)$ aller dieser verschiedenen freien Wegzeiten, wo ν die Anzahl der Stösse eines Elektrons in der Zeiteinheit bedeutet. So ergibt sich

$$W = \int_0^\infty W_T \, e^{-\nu T} d\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{Z^2 e^2}{m} \cdot \left[\frac{1}{\nu^2 + (p-\omega)^2} + \frac{1}{\nu^2 + (p+\omega)^2} \right]$$

wo $Z = \mathfrak{E}_0 \cdot \sqrt{2}$ bedeutet. Und wenn man noch eine Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen annimmt, erhält man schliesslich als endgültigen Mittelwert

$$\overline{W} = 0{,}815 \cdot \frac{Z^2 e^2}{m} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{1}{\nu^2 + (p-\omega)^2} + \frac{1}{\nu^2 + (p+\omega)^2} \right] \tag{6}$$

Für die weiteren Rechnungen werden noch folgende Grössen benutzt:

- $\overline{u}$ mittlere ungeordnete Geschwindigkeit (Agitationsgeschwindigkeit) der Elektronen;
- L mittlere freie Weglänge der Elektronen im betreffenden Gas bei 1 mm Quecksilberdruck;
- P Druck des betreffenden Gases in mm Quecksilbersäule;
- l mittlere freie Weglänge der Elektronen beim Druck p;
- g Bruchteil der Eigenenergie, die ein Elektron bei einem Stoss verliert.

Die letzten drei Grössen hängen im allgemeinen von u ab.

Die Anwendung der Energiebilanz für ein kleines Zeitintervall ergibt nun für die vom Feld am Elektron geleistete Arbeit $\overline{W} \cdot \nu \cdot dt$, für den Energieverlust bei den Zusammenstössen $g \cdot \frac{1}{2} \cdot m \, \overline{u^2} \nu \cdot dt$ und schliesslich für den Zuwachs an kinetischer Energie den Betrag $d(\frac{1}{2} m \, \overline{u^2})$, woraus sofort die Gleichung

$$m \cdot \overline{u} \cdot \frac{d\overline{u}}{dt} + \frac{1}{2} \, g \, m \, \overline{u^2} \cdot \nu = \overline{W} \cdot \nu \tag{7}$$

folgt. Ferner erhält man durch Substitution von $u = l \cdot \nu$, $l = \frac{L}{P}$ und $n = \frac{\nu}{P} = \frac{\overline{u}}{L}$ die Gleichung

$$\frac{1}{P} \cdot \left(1 + \frac{n}{L} \frac{dL}{dn}\right) \frac{dn}{dt} + \frac{1}{2} \, g \cdot n^2 = \frac{\overline{W}}{m L^2} \tag{8}$$

Für ein gegebenes Gas hängt n, d. h. die Anzahl der Elektronenstösse beim Gasdruck 1 mm von $\overline{u}$ allein ab. g und L können deshalb als Funktionen von n allein aufgefasst werden. Für Luft ist überdies experimentell gefunden worden, dass $\frac{dL}{dn}$ sehr klein ist. Es kann deshalb in der Gleichung vernachlässigt werden. Setzt man noch den früher berechneten Ausdruck für $\overline{W}$ in die Gleichung ein, so erhält man

$$\frac{dn}{d\vartheta} + \frac{1}{2} \cdot g \, n^2 = \frac{1}{2} \, a \, \zeta^2 \left[\frac{1}{n^2 + (q-r)^2} + \frac{1}{n^2 + (q+r)^2} \right] \tag{9}$$

$$\text{wo} \quad \vartheta = P \cdot t \quad \zeta = \frac{Z}{P} \quad q = \frac{p}{P} \quad r = \frac{\omega}{P} \quad n = \frac{\nu}{P}$$

$$a = 0{,}81 \, \frac{e^2}{m^2 L^2}.$$

Wenn demnach zu einer bestimmten Zeit ein Anfangswert von n_0 gegeben ist, so kann man mit Hilfe der obigen Gleichung zu jeder späteren Zeit n und damit u und ν berechnen.

Wird die betrachtete Gasschicht von einer in Amplitude und Frequenz konstant bleibenden elektrischen Welle beeinflusst, $\zeta = \zeta_0 =$ Konstante, so ergeben sich auch stationäre Werte n_0, u_0, g_0, v_0 für die Amplituden der übrigen Grössen n, u, g, v, und die Gleichung geht über in

$$\frac{1}{2} g_0 \, n_0^2 = \frac{1}{2} \, a \, \zeta_0^2 \left[\frac{1}{n_0^2 + (q-r)^2} + \frac{1}{n_0^2 + (q+r)^2} \right]. \tag{10}$$

Von Townsend und Tizard[4]) wurden für verschiedene Werte von u_0 folgende Werte experimentell bestimmt:

Tabelle V.

$\overline{u}_0 \cdot 10^{-6}$	18,5	27	38	54
$L_0 \cdot 10^{12}$	3,22	3,37	3,30	3,28
$g_0 \cdot 10^4$	18	26	26	26
$n_0 \cdot 10^{-8}$	5,57	8,0	11,5	15,5

L_0 in cm $\overline{u}_0$ in cm/s.

[4]) J. S. Townsend and H. T. Tizard, Proc. Roy. Soc. A. Bd. LXXXVIII (1913), S. 336.

Für Werte von u_0, die kleiner sind als $18{,}5 \cdot 10^6$, können die Grössen L_0, g_0, n_0, theoretisch abgeschätzt werden.

Es wird nun weiter der *Einfluss einer modulierten Welle* untersucht. Die Grösse Z und damit auch die Feldstärke $\mathfrak{E}_0$ nimmt dann die Form an

$$Z = Z_0\ (1 + M\ \sin f t) \quad M = \text{Modulationskonstante},$$
$$f = \text{Modulationsfrequenz}.$$

wo $$M < 1 \quad f \ll p$$

Setzt man dann $n = n_0\,(1 + \sigma)$, so entsteht die Aufgabe, die unbekannte Grösse σ, welche den Einfluss der Modulation auf die Zahl der Elektronenstösse angibt, zu bestimmen. Das Resultat der Berechnung ergibt

$$\sigma = \mu \cdot \sin (f t - \Phi) + A^{-R t}$$

wo

$$R = \left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{n_0}{g_0}\,\frac{dg_0}{dn_0}\right) g_0 \nu_0 \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \Phi = \frac{f}{R}$$

und A eine willkürliche Konstante bedeutet.

Die Grösse μ, welche die Stärke der Modulation von n bestimmt, wird durch folgenden Ausdruck gegeben

$$\mu = \frac{2\ a Q Z^2 M}{\sqrt{(\nu_1^2 + b Q Z^2)(f^2 + G^2 \nu_1^2 + c Q Z^2)}}$$

wo $Q = P^2\,(p^2 + \omega^2)/(p^2 - \omega^2)$ ν_1 = Stosszahl bei Abwesenheit eines elektr. Feldes und $2a = 4{,}7 \cdot 10^{33}$; $b = 1{,}8 \cdot 10^{36}$; $G = 2{,}6 \cdot 10^{-3}$; $c = 1{,}2 \cdot 10^{31}$

Da in der Rechnung einige Vernachlässigungen vorgenommen wurden, so bleibt die Formel nur gültig, wenn Z, gemessen in V/cm nicht grösser wird als

$$2 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{|p^2 - \omega^2|}{\sqrt{p^2 + \omega^2}}\,.$$

Wenn nun eine *zweite* elektrische *Welle* das betrachtete ionisierte Luftvolumen durchdringt, in welchem die Stosszahl eines Elektrons pro Sekunde in der durch obige Formeln ausgedrückten Weise moduliert ist, so erfährt dieselbe ebenfalls eine Modulation ihrer Intensität. Diese zweite Welle soll nun die Feldstärke $\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{E}_{10} \sin p_1 t$ besitzen. Läuft sie ungefähr in senkrechter Richtung zum erdmagnetischen Feld, so wird ihre Intensität beim Verlassen des ionisierten Gasraumes (Heavisideschicht) durch die Gleichung

$$Z_s = Z \cdot \varepsilon^{-\int k\, ds} \quad \text{wo} \quad k = \frac{\dfrac{4\,\pi N e^2}{m\, p_1^2} \cdot \nu \cdot 10^{-10}}{6 \cdot \sqrt{1 - \dfrac{4\,\pi N e^2}{m\, p_1^2}}} \qquad (11)$$

gegeben. N ist dabei die Zahl der Elektronen pro cm³ und s die Länge des in der Gasschicht durchlaufenen Weges. Es tritt demnach eine Absorption ein, die von ν abhängt.

Allgemein kann man sagen, dass für irgendeine gekrümmte Bahn, wie sie die Wellen in der Ionosphäre wirklich zurücklegen, die Absorptionsgleichung die Form annimmt

$$Z_s = Z\,\varepsilon^{-C_0 \cdot \nu} \ {}^{*)} \qquad (12)$$

Die Grösse C_0 hängt dabei von der Frequenz, der zurückgelegten Weglänge, der Dichte und allgemein von den auf dem Wege angetroffenen Ionisationsverhältnissen ab. Ist nun die Grösse ν durch die Welle des starken, störenden Senders moduliert, so lautet die Gleichung

$$Z_s = Z\,\varepsilon^{-C_0 \nu_0\,[1 + \mu\, \sin\,(f t - \Phi)]} \ {}^{*)} \qquad (13)$$

oder in erster Annäherung für nicht zu grosse Modulation

$$Z_s = Z \cdot \varepsilon^{-C_0 \nu_0}\,[1 - M^1\, \sin\,(f t - \Phi)] \qquad (14)$$

*) Nach genügend langer Zeit verschwindet ja das Glied A^{-Rt}.

wo die Modulationskonstante M^1 durch den Ausdruck

$$M^1 = C_0 \nu_0 \mu = \frac{P^2 Z^2 M\,(p^2 + \omega^2)\,C_0}{\sqrt{f^2 + G^2 \nu_1^2 + c Q Z^2}\,(p^2 - \omega^2)} \cdot 4{,}7 \cdot 10^{33} \qquad (15)$$

gegeben ist. Gemäss der Definition von $n_1 = \dfrac{P}{\nu_1}$ kann P durch ν_1 ausgedrückt werden. Die Grösse n_1 ergab sich aber aus den experimentellen Daten der Tabelle V und deren theoretischer Ergänzung zu $3{,}2 \cdot 10^8$. M' kann deshalb auch in der Form

$$M^1 = \frac{Z^2 M \nu_1^2 C_0\ (p^2 + \omega^2)}{\sqrt{f^2 + G^2 \nu_1^2 + c Q Z^2}\,(p^2 - \omega^2)^2} \cdot 4{,}6 \cdot 10^{16} \qquad (16)$$

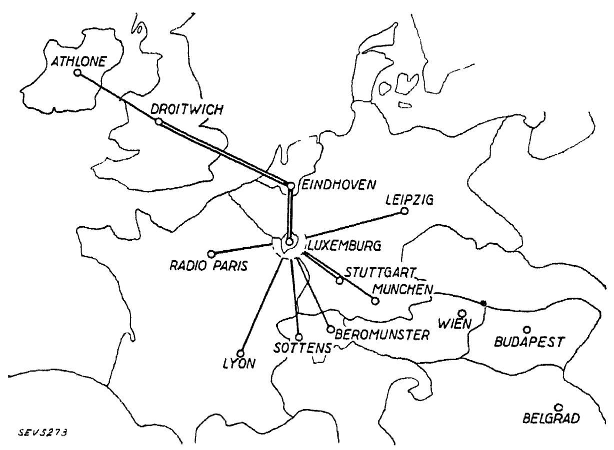
dargestellt werden.

Zum *Vergleich* der *Theorie* mit der Erfahrung wird zuerst die in der Ionosphäre wirksame Feldstärke abgeschätzt. Nimmt man eine Höhe dieser Schicht von etwa 100 km an, so erhält man für eine senkrechte Antenne (Hertzscher Dipol)

$$Z_{max} = 4{,}7\ \sqrt{P} \cdot 10^{-7}\ \text{V/cm.} \quad {}^{**)}$$

(W = Antennenleistung in Watt).

Da die meisten gebräuchlichen Rundfunkantennen horizontal verlaufende Teile besitzen, resultiert in der Nachbarschaft der Antenne eine grössere nach oben gerichtete Strahlung. Man macht deshalb keinen grossen Fehler, wenn man etwa die Strahlung in einem Umkreis von 50 km Radius um den Sender in der Ionosphäre als homogen annimmt. Nimmt



Geographische Uebersicht über den «Wechselwirkungs-Effekt». Beobachtungsort Eindhoven.

Jene Sender, bei denen die Modulation von Luxemburg am meisten stört, liegen in der Verlängerung der Linie Holland-Luxemburg; beim abseits liegenden Sender Leipzig ist das Auftreten des Effektes sehr schwach; bei Radio Paris kann er nicht regelmässig festgestellt werden. Genau in einer Linie liegen Beobachtungsort—Droitwich—Athlone. Eine nicht einwandfrei festgestellte Wechselwirkung zwischen Stuttgart und Wien sowie zwischen Budapest und Belgrad wurde nicht eingezeichnet.

man noch als Druck in derselben den Wert $8 \cdot 10^{-4}$ mm Quecksilbersäule und eine Antennenleistung von 200 kW, so ergibt sich eine Modulationskonstante von

$$M^1 = 10^{-3},$$

ein Wert, der gegenüber einer normalen mittleren Modulation der gewünschten Station von $M = \frac{1}{3}$ eben noch wahrnehmbar ist, in den Pianostellen aber unangenehm hervortritt.

**) Die allgemeine Gleichung lautet: $Z = 0{,}95 \cdot 10^{-4} \sqrt{W} \dfrac{\sin i}{r}$ wo i den Einfallswinkel der Welle auf die Heaviside-Schicht und r die Entfernung der betrachteten Region vom Sender bedeutet.

Auch die Frequenzbedingungen, unter denen ein Wechselwirkungseffekt zu erwarten ist, werden durch die Theorie richtig wiedergegeben.

Aus der Gl. (16) folgt, dass M^1 am grössten wird, wenn $p \cong \omega$ (für $p = \omega$ gilt die Ableitung der Gleichung nicht mehr). Da aber ω von der Wegrichtung abhängt, kann diese Bedingung nur für ein begrenztes Wegstück Geltung haben und wird deshalb auf die Absorption der Strahlung nur von geringem Einfluss sein. Wenn man demnach diese Art «Resonanz» vernachlässigt, so ist klar, dass die Modulation am grössten wird, wenn ω *und* p klein sind. Im Rundfunkwellenbereich $10^6 < p < 10^7$ wird deshalb die Modulation M^1 am grössten für $p \cong 10^6$, vorausgesetzt, dass $\omega \ll 10^7$. Appleton [5]) zeigte theoretisch, dass Wellen von der angegebenen Frequenz in Gegenden gelangen, wo dies auf lange Strecken hin der Fall ist. Für die kürzeren Wellen, wo p grösser ist, ergibt dieselbe Theorie, dass die Bedingung $\omega \ll 10^7$ nur für kleine Wegstrecken gilt. Störungen von Stationen mit kürzeren Wellen sind deshalb auch bei grosser Antennenleistung nicht zu erwarten, was bisher ebenfalls von der Erfahrung bestätigt wurde. Für die sehr langen Wellen, wie sie noch für Telegraphie benutzt werden, sind deshalb keine Störungen zu erwarten, weil sie schon in den tieferen Schichten der Ionosphäre reflektiert werden, wo noch keine Absorption der Rundfunkwellen und damit keine Beeinflussung derselben möglich ist.

Eine Abhängigkeit von der Tageszeit ergibt sich ebenfalls aus Gl. (16), indem die Grösse ν_1 nachts am kleinsten ist. Da der Effekt tags aus andern Gründen (vollständige Absorption der reflektierten Wellen in der dann niedrig liegenden Heavisideschicht) kaum beobachtet wird, wird die Störung am besten nach Sonnenuntergang und vor Sonnenaufgang wahrgenommen.

[5]) Appleton, JIEE, Bd. 71 (1932), S. 642.

Eine im wesentlichen auf demselben Mechanismus aufgebaute Theorie wurde kürzlich von K. Försterling [6]) veröffentlicht. Es wird dort darauf hingewiesen, dass durch den Einfluss eines starken Senders geeigneter Frequenz zusätzliche Elektronengeschwindigkeiten erzeugt werden, die mit denen der ungeordneten Elektronenbewegung vergleichbar sind. Infolge dieser vergrösserten Elektronengeschwindigkeit wird die Stosszahl der Elektronen mit den Gasmolekülen vermehrt und damit die Absorption vergrössert.

Es ist auch versucht worden, den Wechselwirkungseffekt als Störung im Empfänger zu erklären. Wenn nämlich mit einer Antenne gearbeitet wird, die die langen Wellen bevorzugt und wenn der Empfänger so geschaltet ist, dass man im gekrümmten Teil der I_a/e_g = Charakteristik der ersten Röhre arbeitet, so wird durch die stark einfallende Langwelle der Arbeitspunkt infolge der Nichtlinearität der Kennlinie im Rhythmus der Hüllkurve verschoben und damit infolge der wechselnden Steilheit eine Intensitätsschwankung, d. h. eine Modulation hervorgerufen.

Gegen diese Erklärung ist hingegen einzuwenden, dass der Luxemburgeffekt auch mit Empfängern wahrgenommen wurde, bei denen diese Voraussetzungen nicht zutreffen. Ueberdies müsste, wenn diese Erklärung richtig wäre, der Effekt auch in Fällen eintreten, in denen er nicht beobachtet wurde. Z. B. wäre die geographische Lage der beteiligten Stationen untereinander ohne Einfluss auf die Beobachtung des Effektes. *V. Hardung.*

[6]) K. Försterling, über die gegenseitige Beeinflussung zweier elektrischer Wellen in der Heaviside-Schicht. Hochfrequenz-Technik und Elektroakustik, Bd. 45 (1935), Heft 5, S. 145.

Vergleiche auch die Artikel: Versuchssendungen über den Wechselwirkungseffekt. Von K. Schmoll. Funk 1935, Heft 3, S. 134. Der «Luxemburgeffekt», eigenartige Beobachtungen über die gegenseitige Einwirkung elektrischer Wellen. Von Gehne, Funk 1934, Heft 39, S. 773.

Benützt wurde ferner: Interaction of Radio Waves von B. Van der Pol und J. Van der Mark (Union Radio scientifique internationale, Kongress 1934).

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte den Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G. in Zürich/Baden (NOK), nach Anhörung der Eidgenössischen Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie, die Bewilligung (Nr. 136), bis max. 6000 kW elektrischer Energie an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.-G. in Karlsruhe, zur Weitergabe an das Werk Rheinfelden der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, auszuführen. Die Bewilligung Nr. 136 ist bis 30. September 1941 gültig.

Elektrizitätswirtschaft Grossbritanniens im Jahre 1935.

31:621.311(42)

Dem achten Jahresbericht des Central Electricity Board [1]) (CEB) ist zu entnehmen, dass im Jahre 1935 17 565·10⁶ kWh erzeugt wurden, 2100·10⁶ kWh (12 %) mehr als 1934 (Zunahme 1934 gegen 1933 1900·10⁶ kWh). Die Zunahme seit 1929 betrug 70 %, während die Zunahme der Energieproduktion auf der ganzen Welt während der gleichen Zeit etwa 20 % betrug.

Das «Grid-System» [1]) wurde weiter ausgebaut. Im Berichtsjahr hatte das CEB in Betrieb ca. 62 000 km Uebertragungsleitungen, wovon ca. 44 000 km von 132 kV und der Rest von 66 kV oder weniger, ferner 280 Schalt- und Transformatorstationen mit einer installierten Totalleistung von 8,8·10⁶ kVA (Zunahme 453 000 kVA) und 132 «Selected Stations» (Kraftwerke, welche vom CEB zur Speisung des «Grid-System» ausgewählt wurden) [1]), mit einer installierten Leistung von 6 749 230 kW (Zunahme 277 000 kW, wovon eine Turbogruppe im Battersea-Kraftwerk in London von 105 000 kW).

Die Frequenznormalisierung machte starke Fortschritte: In Kraftwerken wurden Anlagen von 669 286 kW auf Normalfrequenz gebracht; 82 025 Motoren mit 1 100 000 kW wurden geändert, ferner Umformerstationen mit 291 058 kW installierter Leistung.

Die Elektrizität im Ausstellungszug.

606.4 : 621.3(494)

Am 2. Mai d. J. ging der schweizerische Ausstellungszug, 10 Wagen stark, zum zweitenmal auf die «Tour de Suisse», die diesmal 2200 km mit 72 Ortschaften umfasst und etwa 80 Tage dauert.

Die «Elektrowirtschaft» richtete in diesem Zug einen Kollektivstand ein, an dem etwa 10 Firmen beteiligt sind. Gezeigt wird eine elektrische Musterküche, ferner verschiedene Kochherde und Réchauds, ein instruktiver Schnitt durch einen normalen Heisswasserspeicher, ein elektrischer Durchlauferhitzer von 8 l Speicherinhalt sowie eine Waschmaschine und eine Bodenputzmaschine, neben einer grossen Zahl hübscher Kleingeräte. Wandfiguren geben interessante Auskünfte über die elektrische Küche.

Diese wirklich gelungene Ausstellung ist nicht durch ständiges Personal begleitet. Sie wird an den einzelnen Stationen den örtlichen Elektrizitätswerken anvertraut, denen sie zu Demonstrationszwecken zur Verfügung steht.

[1]) S. Bull. SEV 1935, Nr. 3, S. 57.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

		A. E. W. Aarau		E. W. Kt. Thurgau Arbon		E. W. Wangen Wangen a. d. Aare		E. W. Wynau Langenthal	
		1934/35	1933/34	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie	kWh	**3 374 042**	3 362 898	—	—	**55 272 100**	55 925 370	**45 485 220**	42 614 500
2. Achat d'énergie	kWh	**118 101 192**	128 946 913	**60 145 690**	58 653 900	—	—	**3 041 710**	6 444 390
3. Energie distribuée	kWh	**121 475 234**	132 309 811	**57 496 452**	56 033 260	—	—	**48 526 930**	49 058 890
4. Par rapp. à l'ex. préc.	%	**— 8,4**		**+ 2,6**	—	**— 1,2**	—	**— 1**	—
5. Dont énergie à prix de déchet	kWh	**12 383 000**	10 613 000	—	—	—	—	—	—
11. Charge maximum	kW	**14 600**	17 000	**12 600**	12 700	**7 900**	7 700	**10 750**	10 980
12. Puissance installée totale	kW	**94 000**	89 500	**96 878**	92 840	—	—	**22 589**	—
13. Lampes	nombre	**521 000**	502 000	**481 285**	472 200	—	—	**61 246**	—
	kW	**19 500**	18 800	**14 438**	14 166	—	—	**1 981**	—
14. Cuisinières	nombre	**9 560**	8 600	**1 854**	1 668	—	—	**927**	1 400
	kW	—	—	**9 270**	8 340	—	—	**3 339**	4 564
15. Chauffe-eau	nombre	**7 500**	6 850	**2 623**	2 456	—	—	**583**	455
	kW	—	—	**3 159**	2 986	—	—	—	—
16. Moteurs industriels	nombre	**22 000**	20 600	**17 174**	16 963	—	—	**2 312**	—
	kW	—	—	**46 422**	45 785	—	—	**5 777**	—
17. Installations de chauff.	nombre	—	—	**1 570**	1 450	—	—	**542**	—
	kW	—	—	**2 905**	2 660	—	—	**448**	—
21. Nombre d'abonnements		**21 050**	20 600	—	—	—	—	**ca. 10 500**	11 600
22. Recette moyenne par kWh	cts.	**5,24**	5,20	**5,58**	5,88	—	—	**4,15**	4,26
Du bilan:									
31. Capital social	fr.	—	—	—	—	**9 000 000**	9 000 000	**1 000 000[2])**	—
32. Emprunts à terme	»	—	—	—	—	**591 000**	1 156 000	**3 900 000**	4 200 000
33. Fortune coopérative	»	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation	»	**14 000 000**	16 440 000	**10 000 000**	10 000 000	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst.	»	**3 429 846**	3 809 426	**2 660 748**	2 777 087	**14 832 523**	14 836 595	**8 211 038**	8 305 004
36. Portefeuille et participat.	»	**10 384 699**	13 326 151	**8 620 733**	8 034 396	—	—	**1**	1
Du Compte Profits et Pertes:									
41. Recettes d'exploitation	fr.	**6 052 621**	6 572 978	**3 209 612**	3 299 188	**1 200 000[1])**	1 250 000[1])	**2 047 072**	2 116 794
42. Revenu du portefeuille et des participations	»	**556 460**	779 381	**381 549**	428 677	—	—	—	—
43. Autres recettes	»	**150 834**	148 707	**86 961**	50 070	**10 021**	11 560	**31 439**	10 843
44. Intérêts débiteurs	»	**848 455**	952 941	**505 093**	496 110	**46 077**	56 693	**331 500**	345 798
45. Charges fiscales	»	—	—	—	—	**145 769**	138 975	**109 166**	107 146
46. Frais d'administration	»	**347 809**	310 932	**153 839**	126 020	**82 845**	79 714	**165 103**	159 301
47. Frais d'exploitation	»	**625 329**	777 404	**211 151**	232 781	—	—	**456 777**	426 212
48. Achats d'énergie	»	**3 644 326**	4 031 478	**2 154 341**	2 221 817	—	—	**234 369**	345 897
49. Amortissements et réserves	»	**1 167 919**	1 309 333	**650 338**	704 480	**446 624**	450 056	**753 871**	732 026
50. Dividende	»	—	—	—	—	**450 000**	495 000	—	—
51. En %	%	—	—	—	—	**5**	5 ½	—	—
52. Versements aux caisses publiques	fr.	**125 000**	125 000	—	—	**15 000**	15 000	—	—
Investissements et amortissements:									
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice	fr.	—	—	**7 797 209**	7 719 476	**20 040 016**	19 732 509	**17 677 165**	17 138 269
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	»	—	—	**5 136 461**	4 942 389	**5 207 493**	4 895 913	**9 466 127**	8 833 265
63. Valeur comptable	»	—	—	**2 660 748**	2 777 087	**14 832 523**	14 836 595	**8 211 038**	5 305 004
64. Soit en % des investissements		—	—	**34,1**	36	**74,0**	75,2	**46,5**	48,5

[1]) Location des Forces Motrices Bernoises.

[2]) Capital actions fr. 5 000 000. Non versé fr. 4 000 000.

Statistique de l'énergie électrique
des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février[6])	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6		0,2		1,9		—		357,7			251		+ 6		104,4	
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Mars	**2141,1**	**2340,3**	8,4	6,9	14,2	18,4	13,6	4,2	**2177,3**	**2369,8**	+ 8,8					569,4	693,5

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes				Différence par rapport à l'année précédente[5])
													non compris les excédents et l'énergie de pompage		y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6])	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,1	44,8	44,3	16,6 (2,7)	20,3 (2,8)	23,5 (23,5)	36,1 (36,1)	22,0	20,9	51,9 (5,1)	49,3 (1,5)	234,0	234,6	265,3 (31,3)	275,0 (40,4)	+ 3,7
Avril	95,6		44,4		20,1		23,1		17,7		52,4		214,8		253,3		
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**2125,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Mars	669,1	666,8	286,0	268,4	104,6 (21,4)	113,9 (25,4)	99,3 (99,3)	192,9 (192,9)	137,4	133,7	311,5 (22,6)	300,6 (10,5)	**1464,6**	**1447,5**	**1607,9** (143,3)	**1676,3** (228,8)	+ 4,3 (+ 59,6)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

[2]) Chaudières à électrodes.

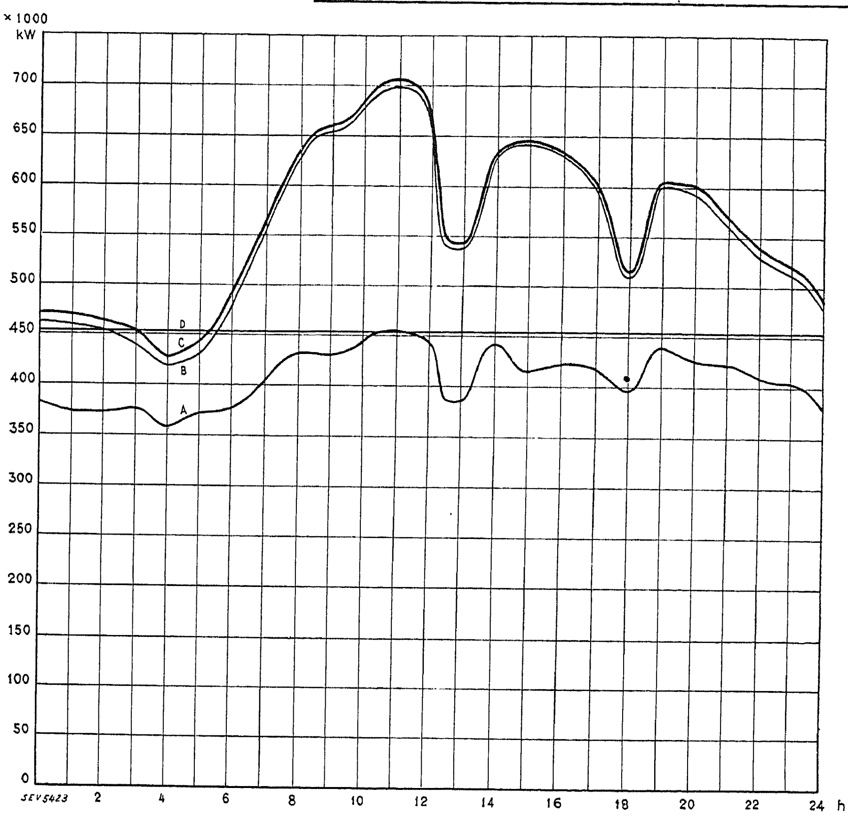
[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

[6]) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 18 mars 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:*

	10^3 kW
Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	452
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1107

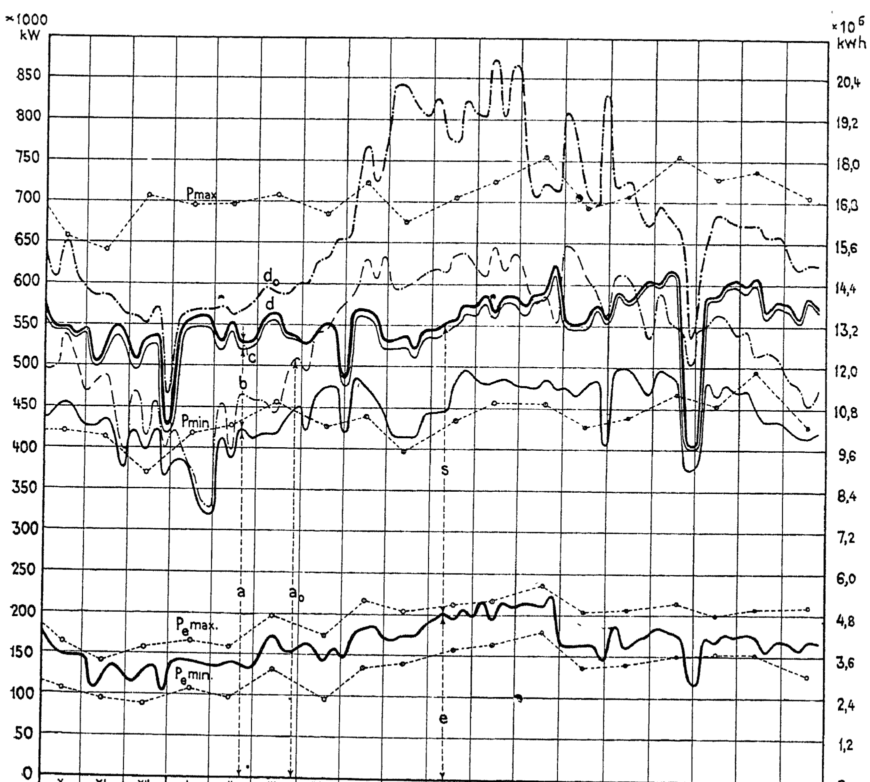
2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)
A—B Usines à accumulation saisonnière
B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:*

	10^6 kWh
Usines au fil de l'eau	9,9
Usines à accumulation saisonnière . .	4,0
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 18 mars 1936 . .	13,9
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 18 mars 1936	14,0
Production, samedi le 21 mars 1936 . .	11,9
Production, dimanche le 22 mars 1936 . .	8,8

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, octobre 1934 à mars 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)
a_0 Usines au fil de l'eau
d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*
a Usines au fil de l'eau
b Usines à accumulation saisonnière
c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation
d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*
s dans le pays
e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*
P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément
$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Elektrizitätswirtschaft in den USA im Jahre 1935.

31 : 621.311(73)

Die Electrical World vom 4. Januar 1936 enthält zahlreiches statistisches Material über das Jahr 1935, dem folgendes entnommen sei [1]):

	1935	1934
Energieproduktion total 10^6 kWh	93 575	85 970
gegenüber Vorjahr	+ 9 %	
Produktion in		
Wasserkraftwerken 10^6 kWh	37 000	32 162
Therm. Kraftwerken 10^6 kWh	56 575	53 808
Energieabsatz total . . 10^6 kWh	77 355	70 782
davon Haushalt . . 10^6 kWh	13 993	12 798
Bezüger unt. 50 kW 10^6 kWh	14 053	13 151
Bezüger üb. 50 kW 10^6 kWh	41 184	36 918
Oeff. Beleuchtung 10^6 kWh	2 921	2 860
Transportanstalten 10^6 kWh	5 204	5 055
Total Absatz gegenüber Vorjahr	+ 9 %	

[1]) Siehe pro 1934 Bull. SEV 1935, S. 269.

	1935	1934
Installierte Leistung total . . kW	35 050 000	35 120 000
Antrieb durch Dampf . . kW	24 200 000	24 400 000
Antrieb durch Wasser . . kW	10 100 000	10 030 000
Antrieb d. and. Treibstoffe kW	733 000	689 000
Treibstoffverbrauch:		
Kohle . . . . 10^6 t	29 600	28 000
Oel . . . . 10^6 hl	17 800	16 000
Erdgas . . . . 10^6 m³	3 820	3 862
Abonnenten: total	25 341 203	24 808 537
davon Haushalt	20 987 563	20 484 232
Bezüger unter 50 kW . .	3 772 007	3 727 478
Bezüger über 50 kW . .	581 633	596 827
Einnahmen: total . . . . 10^6 $	1 923	1 837
gegenüber Vorjahr	+ 4½ %	
davon Haushalt . . . 10^6 $	709 200	677 697
Bezüger unter 50 kW . $	536 600	511 682
Bezüger über 50 kW . $	532 500	495 657
Oeffentliche Beleuchtung $	101 000	107 446
Transportanstalten . . $	44 200	44 564
Einnahmen pro kWh (1 $ = 3 Fr.)		
Haushalt . . . . . Rp./kWh	15,2	15,8
(Schweiz) . . . . . Rp./kWh	—	(14,1)

Miscellanea.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Cie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe. Monsieur *G. Nicole,* directeur de la Cie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, qu'il a dirigée avec une rare compétence pendant de nombreuses années, prend sa retraite le 30 juin 1936. Monsieur Nicole a rendu des services éminents à l'UCS, tant comme membre du Comité que de la Commission des tarifs et d'autres encore.

—

Sté. Romande d'Electricité. Le Conseil d'Administration a nommé M. *Louis Mercanton* Directeur commercial et M. *Pierre Payot* Directeur technique, vu les excellents services rendus depuis de nombreuses années par ces deux Messieurs en leur qualité de Secrétaires de direction.

—

Kleine Mitteilungen.

Le Congrès 1936 de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique aura lieu en Hollande du 10 au 20 juin. Il comprendra plusieurs séances de travails à Schéveningue, ainsi qu'un voyage en bâteau de trois jours. Le Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses est à la disposition des intéressés pour leur faciliter des renseignements quant au programme détaillé.

L'admission au congrès comportera un droit d'inscription de fr. fr. 300.—: Ce droit d'admission ne sera dû que pour les congressistes eux-mêmes; il ne sera pas perçu pour les membres de leur famille, qui les accompagneront sans prendre part aux séances de travail. On a passé des arrangements avec les hôtels, qui assurent des prix avantageux et un tarif forfaitaire. Nous rendons attentifs sur le fait que ces prix ne sont valables que si les chambres sont réservées par l'intermédiaire de l'UIPD.

Nous espérons qu'un grand nombre d'intéressés suisses prendront part à ce congrès. Le secrétariat de l'UCS transmettra volontiers les demandes d'admission et d'arrangements d'hôtel.

—

Un Congrès International pour les Applications Electrocalorifiques et Electrochimiques (CIAEE) sera organisé à l'occasion du 6e Congrès de l'UIPD (voir ci-dessus) du 12 au 15 juin 1936 à Schéveningue, par l'Institution néerlandaise pour les Applications Electrocalorifiques et Electrochimiques, sous les auspices de l'UIPD. Ce congrès est ouvert à toutes les personnes intéressées à ce sujet. Le droit d'inscription est de 10 fl. hollandais. Cette cotisation donne droit à tous les documents et publications du congrès. Des excursions seront organisées. Les inscriptions sont demandées aussitôt que possible. On peut se procurer des renseignements supplémentaires auprès du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

—

La Foire de Paris 1936 aura lieu du 18 mai au 3 juin 1936. S'adresser à l'agence de la foire, près le Consulat général de France à Zurich.

14. Akademischer Diskussionsvortrag.

Samstag, den 23. Mai, 9 h 30, findet im neuen Maschinenlaboratorium der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich, Hörsaal IV (I. Stock) der 14. Akademische Diskussionsvortrag statt.

Thema:

Fortschritte und Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Gleichrichtern.

Hauptreferenten:

Ing. Ehrensperger, Brown, Boveri & Cie. A.-G., Baden.
Dr. Dällenbach, für Sécheron S. A., Genf.
Dr. Siemens, Siemens-Röhrenwerk, Berlin.
Ing. Loosli, Signum A.-G., Wallisellen.

Weitere Beiträge sind für die Diskussion angesagt.

Literatur. — Bibliographie.

338.93 : 621.311(45) *Nr. 1237 I—IV*

Nel Cinquantenario della Società Edison 1884/1934. Herausgeber: *Società Edison,* Mailand. 4 Bände, Format 250 × 320 mm.

Band 1: Cinquant'anni di evoluzione delle costruzioni idrauliche, dei motori primi, delle macchine e delle condutture elettriche. 510 S.

Band 2: Caratteri e sviluppo dell'industria elettrica nell'economia italiana. 487 S.

Band 3: Lo sviluppo dell'industria elettrica nel mondo. 632 S.

Band 4: Lo sviluppo della Società Edison e il progresso economico di Milano. 276 S.

Die Società Edison, Milano, ist eine der ältesten und grössten Elektrizitätsgesellschaften Europas. Anlässlich ihres 50-jährigen Bestehens hat sie das oben umschriebene Werk herausgegeben, das einen überaus gelungenen Versuch zur Beschreibung der bisherigen Entwicklung der Elektrizitätsindustrie in der Welt im allgemeinen und in Italien im besondern darstellt.

Der erste Band ist den technischen Mitteln der Elektrizitätsindustrie gewidmet. Mit reichem Bildermaterial belegt, werden die Fortschritte des Wasserbaues, der Turbinen, der Wärmekraftmaschinen, der Generatoren, Transformatoren und Motoren geschildert. Ein besonderer Abschnitt wird dem Leitungsbau und seinen Problemen eingeräumt.

Im zweiten Band werden einleitend die Grundlagen und besondern Kennzeichen der Elektrizitätswirtschaft dargestellt und sodann die Geschichte der Elektrizitätsversorgung in Italien bis in die jüngste Gegenwart beschrieben. Anschliessend wird die Elektrifizierung der industriellen Betriebe in Italien behandelt.

Der dritte Band befasst sich mit der Elektrizitätswirtschaft von zehn repräsentativen Ländern: Vereinigte Staaten, Deutsches Reich, Grossbritannien, Frankreich, Kanada, Schweiz, Schweden, Norwegen, Russland, Japan. Ausgehend von den Energiequellen jedes Landes wird die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung und des Energieverbrauches dargestellt und auf die Fragen der Wirtschaftlichkeit und Finanzierung eingetreten. In meisterhafter Weise sind einerseits die gemeinsamen Züge hervorgehoben, anderseits die Besonderheiten jedes Landes herausgearbeitet. Ausserordentlich sorgfältig bearbeitete Statistiken mit vollständigem Quellennachweis bilden die zuverlässigen Grundlagen der Arbeiten.

Der vierte Band endlich gilt der Heimatstadt Mailand und der Edisongesellschaft selber. Die Entwicklung der einen hat das Wachstum der andern begünstigt und umgekehrt. Interessante Statistiken und graphische Darstellungen geben über die Bevölkerungsbewegung und Zusammensetzung, die Wohnverhältnisse, den Verbrauch und die Beschäftigung Auskunft. Weitere Kapitel befassen sich mit der Industrie, dem Handel und Verkehr, der Kreditwirtschaft und den fiskalischen Bedürfnissen der Stadt. Den Schluss bildet eine Einzelbeschreibung der Edison-Gesellschaft und der ihr angeschlossenen Gruppe, ihres Ursprunges, Werdens und Wachsens bis zum heutigen stolzen Organismus. Die *Edison-Gesellschaft* war Ende 1933 mit einem Aktienkapital von 1485 Millionen Lire ausgestattet; in ihren hydraulischen Kraftwerken sind rund 300 000 kW, in den kalorischen 50 000 kW installiert; der jährliche Energieumsatz übersteigt 1 Milliarde kWh. Die *Edison-Gruppe* verfügt über 1 200 000 kW hydraulischer und 200 000 kW kalorischer Leistung und setzt jährlich über 3 Milliarden kWh um. Ihr Versorgungsgebiet umfasst sozusagen die ganze Lombardei und Ligurien sowie Teile des Piemont, der Emilia und Venetiens mit insgesamt über 1 300 000 Abnehmern.

Das vorliegende Werk, das seine Entstehung dem auch in der Schweiz bestens bekannten Verwaltungsratsdelegierten der Edison, Comm. Giacinto Motta, verdankt, überschreitet bei weitem den Rahmen einer Festschrift. Die Problemstellung, das gesammelte Material und die Art seiner Verarbeitung sind für jeden Elektrizitätswirtschaftler von bleibendem Wert. Aber auch der Konstrukteur, den die Geschichte seiner Technik interessiert, kommt voll auf die Rechnung. *W. Sch.*

621.365 *Nr. 760*

Elektrische Industrieöfen für Weiterverarbeitung. Von *Victor Paschkis.* 305 S., 16 × 23,5 cm, 251 Fig., 3 Tafeln. Verlag: Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. RM. 31.50.

Die Anwendung elektrischer Energie als Wärmequelle in Industrieöfen für Weiterverarbeitung war erst mit der Schaffung hochhitzebeständiger Metallegierungen nach Ende des Krieges möglich. Dieses Gebiet der Elektrotechnik ist deshalb noch jung und es sind vor dem Erscheinen des Buches Paschkis auch nur wenige Veröffentlichungen in Fachzeitschriften erschienen.

Dr. Paschkis hat dieses Schrifttum gewissenhaft gesammelt und zusammen mit den Erfahrungen der Ofenbaufirmen, welche ihm in reichem Masse zur Verfügung gestellt wurden, im vorliegenden Werk verrabeitet. Der weitaus grösste Teil des Buches ist den unmittelbar durch metallische Widerstände beheizten Oefen gewidmet. Die Grundlagen der Berechnung werden auf fast 100 Seiten in wissenschaftlicher Weise eingehend behandelt, wobei allerdings in einigen Berechnungsbeispielen Wissenschaft und Werkstattpraxis mit einem Gewaltgriff in Einklang gebracht werden.

Eingehend ist auch die Temperaturmessung und -regelung behandelt und besonders auf die zahlreichen Fehlerquellen hingewiesen. Der wertvollste Abschnitt des Buches dürfte für die meisten Leser das ausführliche Kapitel über alle im Elektroofenbau verwendeten Baustoffe sein. Im letzten Kapitel, über Ausführungsformen, findet besonders der Betriebsleiter Hinweise und Anregungen zur rationellen Eingliederung von Elektroöfen in den Fabrikationsgang. *G. Keller.*

621.3.014.3 *Nr. 1154*

Kurzschlußströme in Drehstromnetzen. Berechnung und Begrenzung. Von *M. Walter.* 146 S., 17 × 24 cm, 107 Fig. Verlag: R. Oldenbourg, München und Berlin 1935. Preis RM. 6.50.

Das vorliegende Buch gibt in lehrreichen Abschnitten Einblicke in den Gefahrenbereich der Kurzschlußströme und deren Berechnung. Sodann werden die vorkommenden Fehlerarten in Drehstromnetzen, wie auch die Rechnungsgrössen für Hochspannungsanlagen erörtert. Den Stoss- und Dauerkurzschlußströmen und deren mechanischen und thermischen Wirkungen ist eine weitgehende Betrachtung gewidmet. Massnahmen und Mittel zur Begrenzung der Kurzschlußströme und ihrer Auswirkungen werden anschliessend aufgeführt. Der Ermittlung des erforderlichen Schaltvermögens für Schalter in Netzanlagen folgen Zahlenbeispiele aus der Praxis. Betrachtungen über vermaschte und mehrfach gespeiste Netze und deren elektrisch gleichwertige Abbildungen schliessen das Buch mit einem graphischen Anhang als wertvolle Beigabe, der noch ein Literatur- und Sachverzeichnis folgt.

Der Verfasser vermittelt in einfacher, lehrreicher Weise klare und wertvolle Aufschlüsse, gestützt durch gut wiedergegebene schematische Darstellungen und Bilder. Den Betriebsmann berühren besondere Beziehungen des Autors zur Praxis sympathisch.

Die Behandlung der thermischen Auswirkungen des Kurzschlußstromes auf die Sekundärleitungen, Relais, Messgeräte und Zähler dürfte wohl in einer späteren Auflage etwas ausführlicher und zusammenfassender gestaltet werden, insbesondere, weil das Problem der thermischen Festigkeit der sekundären Schutz- und Meßsysteme in verschiedener Hinsicht heute besondere Beachtung erheischt.

Das Buch ist allen, die sich mit Berechnung, Bau oder Betrieb elektrischer Hochspannungsanlagen zu befassen haben, ganz zu empfehlen. Es dürfte dem Fachmann zu einem bald unentbehrlichen Berater werden. *F. Hug.*

535.7 : 628.9 *Nr. 1241*

Sehen und Beleuchten. Von *L. Schneider.* 32 S., A_5, 29 Fig. Zu beziehen bei Osram A.-G., Abteilung für Lichtwirtschaft, Zürich, Limmatquai 3.

Ein hervorragendes Aufklärungsbüchlein über das Sehen und Beleuchten legt uns die Osram auf den Tisch. L. Schneider zeigt darin selten anschaulich die Funktion des Auges und des Lichtes als Mittler zwischen der Umwelt und dem Auge. Ueberaus gut ausgewählte Bilder veranschaulichen auch dem Laien die Physiologie des Sehens und überzeugen ihn vom Wert zweckmässiger Beleuchtung. Die Schrift ist ganz auf das Physiologische abgestellt und deshalb besonders bemerkenswert.

---

659 : 621.3(494) *Nr. 1240*

Werbetätigkeit städtischer Elektrizitätswerke. Von *E. Stiefel.* 32 S., A_5, 27 Fig. Verlag: Elektrowirtschaft, Postfach Hauptbahnhof, Zürich. Einzelstückpreis Fr. 1.50. Bei Mehrbezug Rabatt.

An der Diskussionsversammlung der «Elektrowirtschaft» vom 8./9. November 1935 in Freiburg hielt Herr Direktor Stiefel vom EW Basel einen sehr aufschlussreichen und anregenden Vortrag über die Werbetätigkeit städtischer Elektrizitätswerke. Die Ausführungen des Referenten sind in dieser Broschüre zusammengefasst. Das Büchlein gehört in die Hände von jedermann, der sich mit Fragen der Förderung des Energieabsatzes und mit dem Apparateverkauf befasst. Der Referent hat es dank seiner grossen Erfahrungen auf diesem Gebiete verstanden, an Hand von konkreten Beispielen die Organisation der Werbearbeit eines städtischen Elektrizitätswerks zu veranschaulichen. Die Ausführungen sind aber nicht nur gültig für städtische Betriebe, da ja die Werbemittel sowohl auf dem Lande als auch in der Stadt in mancher Hinsicht die gleichen sind.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

Matériel d'installation muni de la marque de qualité de l'ASE.

L'introduction, par l'ASE, de normes pour conducteurs isolés, interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit, boîtes de dérivation et transformateurs de faible puissance, avait pour but d'améliorer le matériel d'installation et par conséquent de diminuer le danger d'électrocution et d'incendie dû aux installations électriques. Les diverses normes susmentionnées sont en vigueur depuis plusieurs années, de sorte que l'on possède déjà une certaine expérience sur leur efficacité. Il est incontestable que l'introduction des normes a eu pour effet d'améliorer la qualité du matériel d'installation, et que le matériel muni de la marque de qualité a rencontré rapidement la faveur de la plupart des centrales d'électricité et des installateurs. Les épreuves périodiques exécutées annuellement par la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur des objets munis de la marque de qualité, prélevés sur le marché, témoignent que ces derniers demeurent conformes aux dispositions des normes.

En élaborant les normes, la Station d'essai des matériaux et la Commission des normes se sont toujours efforcées d'adopter les méthodes d'essai aux conditions réelles de service. Cependant, il n'est pas impossible que la pratique révèle certains défauts ne pouvant être mis en lumière par les essais de laboratoire. C'est pourquoi nous demandons instamment à toutes les centrales d'électricité et aux installateurs-électriciens d'attirer l'attention de la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur les défauts ou les imperfections qu'ils auront constatés sur du matériel d'installation muni de la marque de qualité, en service normal.

Pour appuyer ces communications, dont nous sommes d'avance très reconnaissants, il est désirable d'y joindre si possible un exemplaire non employé de l'objet en question, prélevé sur la même livraison, en indiquant brièvement le genre de l'installation et les conditions d'exploitation. Par cette collaboration plus étroite, nous espérons accroître encore le renom de la marque de qualité de l'ASE et c'est pourquoi nous remercions d'avance tous ceux qui voudront bien soutenir nos efforts.

Irrégularités constatées lors du contrôle périodique.

Dans sa dernière séance, la Commission des normes de l'ASE et de l'UCS a pris connaissance du rapport de la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur des critiques auxquelles ont donné lieu des objets munis de la marque de qualité de l'ASE, prélevés pour l'épreuve périodique de 1935. En observant le matériel prélevé sur les stocks des centrales d'électricité, des installateurs ou des magasins de vente, on a constaté que plusieurs dispositions consignées dans les contrats relatifs au droit à la marque de qualité ne sont pas suffisamment observées par le fabricant. C'est ainsi qu'on a trouvé du matériel d'installation muni de la marque de qualité mais dépourvu de la banderole de contrôle; d'autre part, on a livré des interrupteurs, des prises de courant, des coupe-circuit et des boîtes de dérivation qui différaient des échantillons examinés et conservés à l'ASE. En dehors de ces délits principaux, d'autres violations de contrat moins graves ont été constatées.

En conséquence, la Commission des normes a chargé la Station d'essai des matériaux d'intervenir plus énergiquement que par le passé auprès des coupables, en cas d'abus de la marque de qualité ou de violation patente de contrats, ceci notamment pour protéger efficacement les maisons sérieuses.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er avril 1936.

La firme *STABA Aktiengesellschaft*, Spezialfabrik elektr. Schalt- und Steuerapparate, *Baden*.

Marque de fabrique: STABA

Interrupteurs à poussoir, sous coffret, 500 V, 15 A.
Exécution: Interrupteur monté dans boîtier en métal léger; plaque de base en résine artificielle moulée.
Type No. D 3: Interrupteur tripolaire schéma A, sans coupe-circuit, pour montage dans locaux secs et humides.
Type No. D 3 V: Interrupteur tripolaire schéma A, sans coupe-circuit, pour montage encastré dans locaux secs.

A partir du 15 avril 1936.

La firme *Levy fils, Bâle.*

Marque de fabrique: LF

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 4 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée brune; bascule à mercure.
No. D 320: interrupteur ordinaire, unipol., schéma 0
No. D 323: inverseur unipolaire, » III
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice quelconque; bascule à mercure.
No. D 540: interrupteur ordinaire, unipolaire, schéma 0
No. D 543: inverseur unipolaire, » III

A partir du 1er mai 1936.

Interrupteurs «Mercuria» S. A., La Chaux-de-Fonds.

Marque de fabrique: MERCURIA

Interrupteur rotatif 250 V, 4 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; boîtier en résine artificielle moulée; bascule à mercure.
Interrupteur ordinaire, unipolaire schéma 0
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en résine artificielle moulée; bascule à mercure.
a) Interrupteur ordinaire, unipolaire schéma 0
b) Interrupteur à gradation, unipolaire » I
c) Inverseur, unipolaire » III

Société Anonyme des produits électrotechniques Siemens, Dépt.: Siemens-Schuckert, Zurich (Repr. de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à poussoir pour 500 V, 6 A.
Utilisation: montage intérieur, dans locaux secs.
Exécution: interrupteur ouvert (sans coffret), plaque de front en fonte, socle en matière céramique.
Type No. K 347: interrupteur ordinaire, tripolaire, schéma A, sans coupe-circuit.

R. H. Gachnang, Zurich.

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice intérieure en tôle de zinc et plaque protectrice extérieure quelconque.

No. 1287:	interrupteur ordinaire unipol.,	schéma 0
No. 1287/I:	interrupteur à grad. unipol.,	» I
No. 1287/III:	inverseur unipolaire,	» III

Prises de courant.

A partir du 1er avril 1936.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen.*

Marque de fabrique:

Prises de courant murales bipolaires avec contact de terre (2 P + T), 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux mouillés.
Exécution: socle et couvercle du boîtier en matière céramique; boîtier et couvercle à fermeture automatique en matière isolante moulée.
Les prises sont prévues pour le montage d'un fusible enfermé.
No. 8203 SPJ: exécution normale, pour fiche avec deux tiges de 4 mm.
No. 8203 ff SPJ: exécution spéciale, pour fiche avec deux tiges plates.

A partir du 15 avril 1936.

Appareillage Gardy S. A., La Jonction, Genève.

Marque de fabrique: GARDY

Prises de courant bipolaires pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux humides.
Exécution: socle et boîtier en matière céramique.
No. 35040: exécution normale, pour fiche avec tiges de 4 mm, resp. une tige de 4 et une de 5 mm (feuille de normes SNV 24300).

Prises de courant bipolaires avec contact de terre (2 P + T), pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux humides.
Exécution: socle et boîtier en matière céramique.
No. 35006: forme carrée, No. 35046: forme ronde: exécution normale, pour fiche avec tiges de 4 mm, resp. une tige de 4 et une de 5 mm (feuille de normes SNV 24301)

Prises de courant.

A partir du 1er mai 1936.

A. Grossauer, Fabrication d'articles électriques, *St-Gall-W.*

Marque de fabrique: AGRO

Prises de courant mobiles, bipolaires, pour 250 V, 6 A.
Utilisation: dans locaux secs.
Exécution: pièce de contact en laiton nickelé; pièces isolantes en résine artificielle moulée brune ou noire.
No. 2017 U: exécution normale, pour fiche avec deux tige de 4 mm, resp. une tige de 4 et une de 5 mm.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen.*

Marque de fabrique:

Prises de courant murales, bipolaires, avec contact de terre (2 P+T) pour 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. 8713: exécution normale, pour fiche avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Fiches bipolaires avec contact de terre (2 P+T) pour 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps de la fiche en résine artificielle moulée noire.
No. 8813, 8813 L: exécution normale, avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Boîtes de dérivation.

A partir du 1er avril 1936.

La firme *J. J. Buser S. A.*, Fabrik elektrotechn. Isoliermaterialien, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation ordinaires pour 380 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: boîtier en résine artificielle moulée brune ou crème et porte-bornes en matière céramique avec 4 bornes au maximum.
No. 800 (grandeur: 57 × 57 mm).

A partir du 15 avril 1936.

Oskar Woertz, elektrotechn. Material und techn. Spezialitäten, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation étanches à l'eau, 500 V, 15 A.
Utilisation: sur crépi; dans locaux secs, poussiéreux, humides ou mouillés.
Exécution: pièces porte-bornes, 4 bornes au maximum, montées dans boîtier en matière isolante moulée.
No. 650 651 652 653 654

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 15 avril 1936.

La firme *Th. Zürrer*, elektromechanische Werkstätte, *Zurich.*

Marque de fabrique:

Transformateurs à basse tension.
Utilisation: fixes, dans locaux humides.
Exécution: transformateurs monophasés non-résistants aux courts-circuits, avec deux enroulements secondaires. Fusibles sur les côtés primaire et secondaire. Classe 2b, type I 22, 21 VA. Boîtier en métal léger.
Tensions: primaire 220 V.
secondaire 6 et 18 V.

A partir du 1er mai 1936.

C. Schaefer, Elektrotechn. Bedarfartikel en gros, *Zurich* (Repr. de la firme A. Grothe & Söhne, Köln-Zollstock).

Marque de fabrique:

Transformateurs à basse tension.
Utilisation: fixe, dans locaux secs.
Exécution: monophasé, résistant aux courts-circuit; classe 1a, type 3131 et 3132, 4 VA; boîtier en résine artificielle moulée.
Tensions: primaire 130 resp. 220 V.
secondaire 3, 5, 8 V.

Emploi abusif de la marque de qualité de l'ASE.

Ayant constaté que des douilles de lampes E 27 dites «douilles d'illumination» étaient mises en vente munies de la marque de qualité déposée de l'ASE, ceci contrairement à la loi, nous attirons l'attention du public sur le fait que ces douilles ne doivent pas porter la marque de qualité de l'ASE. Le droit à cette marque n'a pas été octroyé puisque, jusqu'à maintenant, l'ASE n'a pas établi de normes pour ces douilles.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «Antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant.

A partir du 1er mai 1936.

Electro Lux, Société Anonyme, Zurich (Repr. de Aktiebolaget Lux, Stockholm).
Marque de fabrique: plaquette.
Frottoir modèle B 4, pour 210—225 V ~ 310 W.

Six-Madun-Werke, Rudolf Schmidlin & Cie, Sissach.
Marque de fabrique: plaquette.
Aspirateur de poussière 250 V, 200 W.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 19 avril est décédé à Prilly-Chasseur, dans sa 80e année, Monsieur *Anthelme Boucher*, ingénieur, membre fondateur de l'ASE. Nous présentons à la famille en deuil nos plus sincères condoléances.

Un article nécrologique complètera ces données sommaires.

Le 5 mai est décédé à Bâle à l'âge de 64 ans Monsieur *Hans Hurter*, ingénieur, chef d'une entreprise d'installation bien connue, membre de l'ASE depuis 1896. Nos sincères condoléances à la famille en deuil.

Un article nécrologique complètera ces données sommaires.

Assemblées annuelles 1936.

La commission d'administration de l'ASE et de l'UCS a décidé, le 30 avril, de donner aux assemblées générales 1936, selon la coutume établie, un caractère très simple, sans dames. *Ces assemblées auront lieu le samedi 4 juillet à St-Gall.* Des excursions inofficielles sont prévues pour le dimanche.

Le programme détaillé et les documents officiels paraîtront dans le numéro du 12 juin.

Normalisation des barres d'aluminium pour installations électriques

voir page 265.

Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE) 1937.

Les personnes qui ont l'intention de présenter un rapport à la prochaine session de la CIGRE, en été 1937 à Paris, sont priées de bien vouloir en aviser le secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au *31 mai 1936*, en indiquant le titre et l'ampleur approximative de leur communication. Nous rappelons à cet effet qu'un texte concis, limité à un sujet original rentrant dans le domaine de l'une ou l'autre des trois sections de la CIGRE (production et transformation de l'énergie — construction et isolation des lignes — exploitation et protection des réseaux), est beaucoup plus recherché et apprécié qu'un travail de grande envergure. Le Comité National Suisse pour la CIGRE donnera par conséquent la préférence aux rapports de la première catégorie dans le tri des travaux qu'il désignera pour la 9e session dans le courant de cet automne.

Compte-rendu de la 4e Réunion Plénière de la CMI.

Le compte-rendu imprimé de la 4e Réunion Plénière de la *Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines (CMI)* (voir Bulletin ASE 1936, No 3, p. 96) vient de paraître. C'est un volume de 210 pages 27,5×20,5 reproduisant la liste des délégués, les décisions concernant l'organisation et le budget, les rapports des Comités d'Etudes des 1re et 2e sections ainsi que les procès-verbaux des séances. Tous ceux qui s'intéressent aux problèmes multiples que soulève la protection des lignes de télécommunication contre l'action perturbatrice des installations d'énergie (1re section), ou la protection des canalisations souterraines contre la corrosion due à l'électrolyse et aux actions chimiques (2e section), prendront connaissance avec profit des échanges de vues relatifs à l'état actuel de ces problèmes, tels qu'ils eurent lieu à Paris au début de cette année, entre délégués de 5 grands organismes internationaux et d'une quinzaine d'associations nationales et de constructeurs de matériel électrique.

Ce compte-rendu est en vente au secrétariat de la CMI, 20, avenue de Messine, Paris 8e, au prix de 20 francs français, non compris les frais de port. Ceux de nos compatriotes qui s'intéressent à ce document peuvent en prendre connaissance à notre bibliothèque et nous adresser leur commande (secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8), que nous transmettrons à Paris après en avoir recueilli un certain nombre.

Le calcul mécanique des lignes aériennes.

Tirage à part.

Il a été fait de l'article de M. E. Maurer, Innertkirchen, sur *le calcul mécanique des lignes aériennes* (Bulletin 1936, Nos 2 et 3) un tirage à part (en allemand et en français) que l'on peut obtenir au prix de fr. 2.— pour les membres et de fr. 2.50 pour les autres personnes au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 11 | Vendredi, 29 Mai 1936

La tâche du chimiste dans la construction des machines électriques.

Rapport

présenté à l'Assemblée de discussion de l'ASE du 23 novembre 1935, à Olten,

par *W. Boller*, Zurich-Oerlikon,

et

Discussion.

620.1 : 621.313

L'auteur, M. le Dr Boller, chimiste aux Ateliers de Construction Oerlikon, commence par préciser la nature et le sens du travail d'un chimiste dans une fabrique de machines et d'appareils électriques. Il expose ensuite ce domaine important d'application de la chimie à l'aide de quelques exemples de méthodes d'essai qui intéressent aussi le non-chimiste: le contrôle des propriétés des métaux, surtout du fer et de l'acier, l'examen des ruptures par fatigue et de différents autres phénomènes intéressants de destruction, l'analyse des huiles isolantes et des vernis à base de résines synthétiques.

D'autres questions concernant les matières isolantes sont traitées au cours de la discussion, de même que les théories nouvelles sur les propriétés mécaniques des matières premières (rupture par fatigue, méthodes d'essais d'endurance), la corrosion sélective, les tensions de déformation, la topochimie, etc.

Der Referent, Herr Dr. W. Boller, Chemiker der Maschinenfabrik Oerlikon, umschreibt einleitend die Natur und den Sinn der Tätigkeit eines Chemikers in einer Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate. Dieses wichtige Anwendungsgebiet der Chemie wird dann anhand einiger Beispiele von Prüfungsarten, die auch den Nichtchemiker interessieren, erläutert: Es kommt zur Sprache die Ueberwachung der Eigenschaften metallischer Werkstoffe, besonders des Eisens und der Stähle, und die Untersuchung von Ermüdungsbrüchen und verschiedener anderer interessanter Zerstörungen. Ferner wird die Untersuchung der Isolieröle und der Kunstharzlacke behandelt.

In der Diskussion werden weitere Fragen der Isolierstoffe erörtert; ferner kommen die neueren Anschauungen über die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe zur Sprache (Ermüdungsbrüche, Dauerprüfmethoden), weiter die selektive Korrosion, die Reckspannungen, die Topochemie u. a.

Lorsque je fus engagé par les Ateliers de Construction Oerlikon au titre d'ingénieur-chimiste — il y a plus de 15 ans de cela —, mes nouveaux collègues se demandèrent souvent: «Que vient donc faire un chimiste parmi nous? Quel rapport peut-il exister entre la chimie et la construction ou la fabrication des machines et appareils électriques?»

En peu de temps, je réussis cependant à convaincre ces sceptiques de l'utilité de ma fonction, car les grandes entreprises de construction électrique ont en effet très souvent à résoudre de nombreux problèmes d'ordre purement chimique et offrent ainsi à un chimiste un champ d'activité très intéressant. Je ferai toutefois remarquer dès maintenant qu'un chimiste ayant passé avec succès ses examens dans une école polytechnique n'est pas toujours apte à devenir le chimiste d'une entreprise d'une autre branche. Il est nécessaire qu'il transforme dans une certaine mesure sa façon de penser, sinon il ne lui sera pas possible d'obtenir la confiance des ingénieurs et de les sortir de leur réserve. Il va de soi que c'est au chimiste de s'adapter au langage et aux façons de penser des ingénieurs, et non le contraire. Mais dès que le chimiste a obtenu ce résultat, son importance est pleinement reconnue et sa collaboration aux travaux des ingénieurs porte alors tous ses fruits.

L'essai des matériaux est considéré comme étant la principale activité du chimiste dans une fabrique de machines électriques. En effet, l'essai des matériaux a de nos jours une grande importance. Mais cela n'a pas toujours été ainsi, et on se bornait autrefois aux essais mécaniques et électriques. Ces essais ont naturellement conservé toute leur valeur et se sont de plus en plus perfectionnés et complétés. Le chimiste doit donc s'assimiler également ce domaine, car durant la période de crise que nous traversons, l'essai général des matériaux est souvent confié à la direction d'un seul employé.

Le but de ce rapport est de fournir quelques renseignements sur l'activité du chimiste dans les entreprises de construction de machines électriques. Je ne traiterai pas les problèmes d'ordre purement scientifique et me bornerai à la description de quelques types d'essais qui intéresseront également ceux qui ne sont pas chimistes. Je parlerai tout d'abord

de l'essai des métaux et des parties métalliques des machines, essai ayant une grande importance pour toutes les entreprises. Le chimiste doit surtout contrôler par des analyses la constance de la pureté et de la composition des matériaux métalliques. Je ne m'étendrai pas plus sur cette activité purement chimique. Les propriétés des métaux ne sont pas exclusivement dues à leur composition. En effet, selon le traitement qu'a subi le métal, ses propriétés peuvent être fort différentes, bien que sa composition soit identique. Ces questions sont du ressort de la *métallographie, dont je vais dire quelques mots.*

En passant de l'état de fusion à l'état solide, les métaux purs forment des cristaux. Comme tous les corps à solidification cristalline, ils présentent un point de fusion bien caractérisé. Au-dessus de ce point, tout est liquide et au-dessous tout est solide. On sait que les autres corps ne se comportent pas tous de cette manière. Ainsi, les verres fondus ne passent que peu à peu à l'état solide lorsqu'ils sont refroidis lentement. Ils deviennent de plus en plus visqueux. Finalement, la viscosité devient infiniment grande. Il n'y a point de température bien déterminée pour la solidification ou la fusion de ces corps. C'est à cette caractéristique que les verres doivent leur propriété d'être optiquement identiques dans toutes les directions, tandis que les cristaux présentent dans les diverses directions des propriétés différentes, par exemple des indices de réfraction différents.

Quand il s'agit d'un métal pur, le refroidissement a lieu selon des lois simples, mais il devient plus compliqué dans le cas de mélanges de plusieurs métaux ou de métaux avec des composés métalliques, tels que les carbures, siliciures, phosphures, etc. Selon le genre et la quantité des adjuvants, le refroidissement est différent et il se forme également des cristaux de différents types. La métallographie a pour but de rendre ces cristaux visibles pour pouvoir étudier leurs caractéristiques. Comme on le sait, on polit à fond une certaine surface de la pièce métallique à examiner. Elle est traitée ensuite par un acide très étendu ou par un sel métallique à réaction acide. Selon leur genre et aussi selon leur position, les cristaux sont plus ou moins attaqués. La surface polie présente alors un relief. Du fait de la petitesse des cristaux, la surface traitée apparaît plus ou moins régulièrement mate à l'œil nu. Pour l'étudier, on se sert d'un microscope spécial qui diffère des microscopes à transparence utilisés en biologie par le fait que l'éclairage de l'objet a lieu à travers l'objectif, c'est-à-dire du dessus.

Considérons par exemple le fer et le carbone:

Le fer se combine avec le carbone à une température d'environ 720° C et donne du carbure de fer. Cette combinaison comporte environ 93 % de fer et 7 % de carbone. Elle présente un caractère métallique et se distingue principalement du fer par sa dureté beaucoup plus élevée. Ce carbure est soluble dans le fer en fusion. Mais cette solubilitié du carbure de fer diminue constamment lorsque la température baisse lentement. En-dessous de 730° C, cette solubilité est pratiquement nulle. Le carbure de fer se comporte toutefois différemment selon que le fer en fusion en contient une quantité plus ou moins grande (fig. 1).

Considérons un alliage renferment environ 50 % de carbure, ou 3,5 % de carbons. On constate tout d'abord que le point de solidification est plus bas que pour le fer pur. Ce dernier se solidifie à environ 1500° C, tandis qu'avec notre alliage les premières particules solides ne commencent à se former qu'à partir de 1280° C. Si l'on recueille ces particules pour les analyser, on constate que la teneur en carbure est devenue plus faible que dans l'alliage primitif. Il s'ensuit qu'elle a dû augmenter dans la partie encore liquide, comme le montre d'ailleurs l'analyse. Ce phénomène s'explique par le fait que la solubilité du carbure dans le fer à 1300° C dépasse 50 %, c'est-à-dire que notre alliage à 50 % de carbure n'est pas saturé. Les cristaux de fer et de carbure de fer qui se forment sont désignés en métallographie sous le nom de «cristaux composés». A mesure que la température s'abaisse, d'autres cristaux composés se forment, dont la teneur en carbure est plus élevée que celle des premiers cristaux, sans atteindre toutefois celle de l'alliage en fusion. Ce n'est qu'à 1140° C que les cristaux formés contiennent autant de carbure que le métal en fusion. La teneur atteint alors 65 %, ce qui correspond à 4 % de carbone. Mais à ce moment toute la masse est solidifiée. Cette partie qui se solidifie en dernier lieu est appelée «ledeburite». C'est un *eutectique*, c'est-à-dire l'alliage le plus fluide des deux composants, le fer et le carbure de fer. Dans un alliage qui renferme plus de 65 % de carbure ou plus de 4 % de carbone, les cristaux composés qui se forment en premier lieu présentent une teneur en carbure plus élevée que le reste de l'alliage. Au fur et à mesure du refroidissement, la teneur en carbure diminue de plus en plus, jusqu'à ce que l'eutectique atteigne à nouveau une teneur de 4,3 % en carbone et se solidifie brusquement.

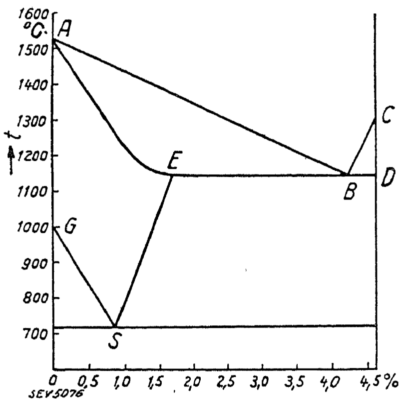


Fig. 1.

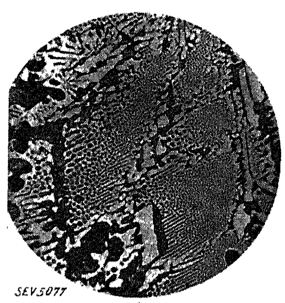
Diagramme du système fer-carbone.

Les transformations ne sont toutefois pas terminées après la solidification complète. Les cristaux composés à teneur en carbure continuent à se décomposer en carbure libre et en cristaux composés

à plus faible teneur en carbure. Après refroidissement complet, le métal obtenu est de la *fonte blanche*, point de départ p. ex. de la fabrication de la fonte malléable (fig. 2). Du fait de sa forte teneur en carbure de fer, cette fonte est dure et cassante. En métallographie, le carbure de fer est appelé «cémentite».

Lorsque le métal en fusion est refroidi très lentement et que le fer renferme encore une assez grande quantité de silicium, il se produit une décomposition encore plus forte du carbure en graphite et en fer ou du moins en parties à moindre teneur en carbone. On obtient ainsi de la *fonte grise* (fig. 3).

Un alliage à plus faible teneur en carbure, qui renferme par exemple 10 % de carbure (environ 0,7 % C), présente un tout autre caractère. La première solidification commence peu au-dessous de 1500° C. Les particules solides sont également des cristaux composés de fer et de carbure de fer, mais la quantité de carbure disponible n'est cependant pas suffisante pour permettre la formation de l'eu-



SEV5077

Fig. 2.
Fonte blanche.

Fig. 3.
Fonte grise.

tectique. La solidificaiton a donc lieu à une température plus élevée. Le métal solidifié se compose uniquement de cristaux composés à différentes teneurs en carbure. Toutefois, au fur et à mesure du refroidissement, ces différences sont sensiblement réduites. Vers 800° C, les cristaux composés commencent à se décomposer. Dans le cas de notre alliage à 0,7 % de carbone, le fer pur se sépare tout d'abord, ce qui augmente la teneur en carbure du reste de la masse (fig. 4). Il se forme ainsi à nouveau un eutectique appelé «perlite» et composé de couches alternatives de carbure et de fer (fig. 5). C'est le cas pour les aciers au carbone. Lorsque l'on chauffe un tel acier à 800° C, le carbure se dissout dans le fer etl'on atteint à nouveau l'état observé précédemment dans les cristaux composés. Dans cet état, le métal se laisse facilement déformer, par «forgeage» ou par «emboutissage». Si l'acier à la température de dissolution du carbure dans le fer est brusquement refroidi, par exemple par immersion dans l'eau, la décomposition en fer et en perlite n'a pas le temps de se produire. On obtient ainsi une dissolution solide à la température ordinaire. Dans cet état, l'acier est dur et cassant. Ce procédé est utilisé très fréquemment en pratique (acier trempé) (fig. 6).

J'ai dit que, par ce refroidissement brutal, nous avions ramené à la température ordinaire la solu-

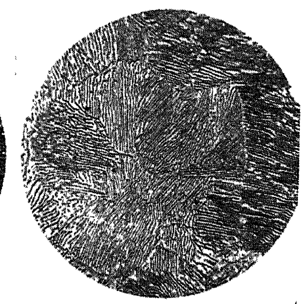


SEV5078

Fig. 4.
Perlite dans de la ferrite.

Fig. 5.
Perlite pure.

tion solide qui n'est stable qu'à une température plus élevée, et que ceci est dû au fait que la décomposition n'a pas le temps de se produire à cause du refroidissement très rapide. Cela n'est pas tout à fait exact. En réalité, une transformation s'est tout de même produite. Or, on peut également empêcher cette transformation si l'on a soin d'allier à l'acier certains métaux en grandes quantités, tels que du nickel ou du manganèse. Ces adjuvants transposent la température de transformation à la température du local (fig. 7). Ces aciers présentent la propriété remarquable d'être non-magnétiques, propriété dont on fait souvent usage en technique. Ce phénomène est surtout remarquable dans les aciers au nickel, car les deux composants sont magnétiques. Ce phénomène s'explique par le fait que les aciers au carbone deviennent eux aussi brusquement non magnétiques, lorsqu'ils ont atteint par échauffement progressif la température de formation de la dissolution solide du carbure dans le fer. Dans

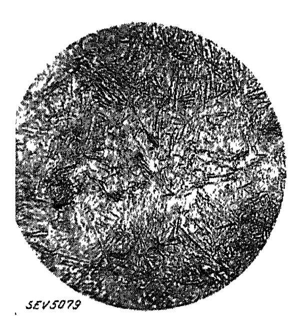
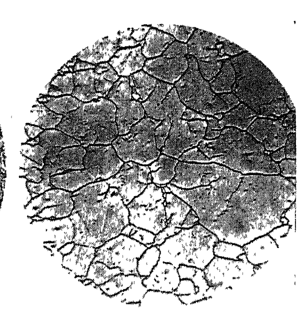


SEV5079

Fig. 6.
Structure de l'acier au carbone trempé.

Fig. 7.
Structure d'un acier au manganèse et au nickel non magnétique.

d'autres métaux et alliages, les phénomènes sont entièrement différents, mais cela nous conduirait trop loin.

Dans les laboratoires des usines qui travaillent les métaux, la métallographie doit également s'occuper d'autres problèmes.

Supposons qu'un arbre de moteur se soit brisé à son entrée dans le palier. Le constructeur suppose que le métal présentait un défaut. Au microscope, on constate l'aspect typique d'une cassure par fatigue (fig. 8). L'essai métallographique montre que la structure du métal est très serrée autour de la cassure (fig. 9). Les surfaces sombres sont celles de l'eutectique fer-carbure de fer, tandis que les plus claires sont celles du fer pur. Si la cassure était due à un défaut du métal, la structure présenterait certainement des irrégularités ou des inclusions de laitier. Cela n'étant pas le cas, la cassure n'est pas due à un défaut du métal. Elle provient manifestement d'un défaut de construction, peut-être d'un trop faible congé du profil au passage du tourillon à celui du diamètre normal de l'arbre.



Fig. 8.
Rupture d'un arbre par fatigue.

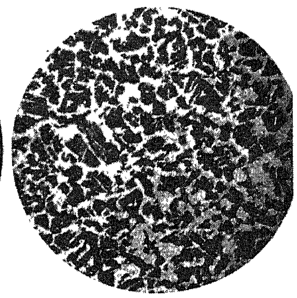


Fig. 9.
Structure dans le voisinage immédiat de la rupture de l'arbre de fig. 8.

Supposons maintenant qu'un autre arbre se soit brisé au même endroit, bien que le congé ait été amplement dimensionné (fig. 10). L'examen d'une surface polie perpendiculairement à l'axe montre que la couche à la périphérie de l'arbre présente, jusqu'à environ 1 cm de profondeur, une structure entièrement différente de celle du reste du métal de l'arbre (fig. 11). La couche extérieure présente en outre de nombreux pores et des inclusions de laitier. Le diamètre de cet arbre avait été renforcé par un apport de métal à la soudure autogène. Ce procédé est dangereux, car il se produit des tensions, qui peuvent toutefois être supprimées par un recuit. En outre, les pores et les inclusions de laitier agissent comme des entailles, surtout lorsqu'ils sont coupés par un tournage subséquent. La résistance aux oscillations des arbres traités de la sorte est fortement réduite; les conditions pour l'établissement d'une cassure par fatigue sont ainsi données.

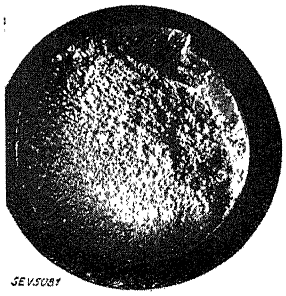


Fig. 10.
Rupture d'un arbre par fatigue.

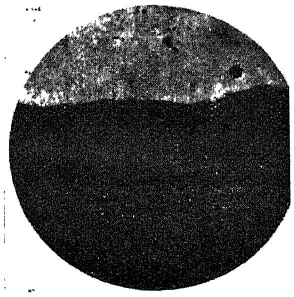


Fig. 11.
Structure dans le voisinage immédiat de la rupture de l'arbre de fig. 10.

Des parties en fonte grise à parois minces ne se laissent pas usiner en certains endroits. Le microscope montre la présence d'aiguilles de carbure de fer (fig. 12). La fonte est donc partiellement blanche, ce qui se produit aisément lorsque la quantité de silicium est insuffisante au qu'il y a un excès de manganèse, ou lorsque la teneur en soufre est trop élevée. L'analyse chimique montre quelles sont les causes possibles ayant amené cet état de choses.

Les tubes en laiton d'un réfrigérant pour l'eau de condensation d'une installation de turbines à vapeur présentent des trous d'aiguilles». Ce phénomène peut provenir, comme on le sait, de diverses causes. L'examen décèle dans le laiton la présence d'inclusions de laitier finement réparties. Aux endroits où ces inclusions ressortent, il se forme des éléments locaux, surtout lorsqu'il s'agit d'inclusions de charbon. Le laiton se dissout. Le cuivre se sépare sous forme spongieuse, car il est le métal le plus noble de l'alliage. Ces électrodes de cuivre dissolvent encore plus fortement le laiton.

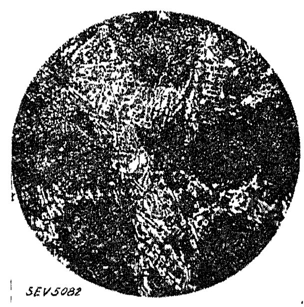


Fig. 12.
Aiguilles de carbure de fer dans de la fonte grise.

La métallographie montre également que les métaux auxquels sont mélangées d'autres matières ne se solidifient pas uniformément, mais que le rapport des mélanges diffère selon les endroits de la pièce solidifiée. On constate en général que les impuretés augmentent à mesure que l'on s'éloigne de la périphérie. Ce phénomène provient du fait que le point de fusion de cette matière est généralement abaissé par le mélange d'une seconde matière, même si cette dernière présente un point de fusion plus élevé que la première. Nous avons vu un cas de ce genre avec les alliages de fer et de carbure de fer. J'ai également indiqué que deux matières peuvent se dissoudre l'une dans l'autre à une température élevée, mais que cette solubilité n'existe plus à des températures moins élevées. Ce phénomène est également fréquent. Lors du refroidissement lent du métal en fusion, les particules qui se séparent les premières sont naturellement celles

qui ont le point de fusion le plus élevé, c'est-à-dire du métal relativement pur. Le métal encore liquide se charge donc d'un peu plus d'impuretés. La solidification se poursuivant toujours de l'extérieur à l'intérieur, les matières mélangées sont de plus en plus nombreuses vers le centre du corps métallique qui se solidifie. Selon que les deux corps constituent un eutectique, c'est-à-dire un mélange de composition déterminée, dont le point de fusion est inférieur à celui de tous les autres mélanges possibles, ou si au contraire le corps mélangé a le point de fusion le plus bas, on rencontrera à l'intérieur de la fonte soit un enrichissement de l'eutectique, soit un enrichissement du corps mélangé. Ces enrichissements constituent évidemment des irrégularités dans la composition et fournissent des résistances inégales. Ils sont donc indésirables, car non seulement ils réduisent la résistance, mais en outre ils favorisent l'attaque par corrosion. La métallographie sait déceler ces inégalités et reconnaître leur nature. Dans l'acier, ce danger est surtout causé par le phosphore et le soufre.

Le phosphore forme avec le fer du phosphure de fer, soluble dans le fer (comme c'est le cas du carbure de fer) jusqu'à une teneur de 10,9 %, c'est-à-dire de 1,7 % de phosphore. Le fer contenant du phosphore est relativement cassant et sensible aux chocs.

Le soufre donne également avec le fer du sulfure de fer, qui n'est plus soluble dans le fer solide. Pendant la solidification, il se forme autour des cristaux un réseau. A la température de forgeage, le sulfure fond déjà. Comme corps étranger entre les cristaux, il diminue leur cohésion et ainsi la résistance du métal. Au cours du forgeage, il cause des craquelures.

Ces quelques détails suffisent pour montrer comment la métallographie, aidée par des recherches chimiques, peut découvrir les causes des défauts. En pratique, il s'agit très souvent d'expliquer la cause d'un défaut, lorsque le matériel n'a pas donné les résultats attendus. La cause ne se trouve souvent pas du tout là où on pourrait le supposer. Même si l'avarie ne peut pas être supprimée par ces essais subséquents, les expériences ainsi obtenues servent du moins à éviter le renouvellement d'une avarie de ce genre.

Le travail du chimiste ne se borne pas à l'examen des métaux. En électrotechnique, le grand domaine des isolants a une importance aussi considérable.

Une des matières très importantes pour le constructeur de machines électriques est *l'huile isolante*. Autrefois, les huiles isolantes étaient essayées presque exclusivement au point de vue de leur pouvoir isolant et surtout de leur résistance à la perforation. Les expériences pratiques ont toutefois montré bientôt que les valeurs de perforations élevées ne sont pas seules déterminantes. Même si l'on avait constaté à la livraison une bonne valeur de perforation, il pouvait arriver que l'huile d'un transformateur se transformât en relativement peu de temps en un liquide foncé, boueux et malodorant. La tension de perforation n'atteignait plus alors qu'une fraction de la valeur primitive. La résistance de l'isolement au coton des enroulements avait fortement diminué.

Une autre huile, travaillant pourtant dans les mêmes conditions, ne présentait par contre presque aucune modification après la même durée de service, et l'état de l'isolement au coton était resté excellent. Les chimistes furent alors chargés de découvrir les raisons de ces différences et surtout de mettre au point des méthodes d'essai, permettant de déterminer d'avance la conservation des huiles fraîches pendant une durée utile. Un grand nombre de méthodes de ce genre ont été mises au point dans tous les pays. Elles sont presque toutes basées sur le même principe, qui consiste à soumettre l'huile pendant un certain temps à des conditions bien déterminées, semblables à celles de la pratique, et de constater les modifications que l'huile a subies. L'huile qui présente les moindres modifications après ce traitement est naturellement l'huile la mieux appropriée. Cette constatation peut paraître très simple et l'on s'étonnera peut-être du grand nombre des méthodes d'essais mises au point. Cela tient entre autres au fait que l'on ne peut pas imiter simplement les conditions de service, car les modifications de l'huile seraient si lentes que l'indication des résultats obtenues ne pourrait pas avoir lieu à temps utile. Les effets dangereux doivent donc être intensifiés d'une façon ou d'une autre. On a ainsi songé à augmenter la température, et l'une des anciennes méthodes consistait à chauffer l'huile à 150° C pendant 50 h. par exemple, puis à déterminer sa coloration et sa teneur en boue. Divers auteurs, entre autres Stäger, ont étudié cette méthode et ont constaté que les modifications de l'huile à cette température sont d'une tout autre nature que celle qui se produisent aux températures de 90 à 110° C dans les transformateurs.

Une autre méthode essayait de rendre plus sévères les conditions de service en introduisant dans l'huile de l'oxygène pur. Mais le désavantage est le même que dans la méthode précédente, car l'oxygène pur provoque dans l'huile d'autres modifications que l'air. Je ne puis pas mentionner ici toutes les propositions et leurs désavantages. Je me bornerai donc à décrire la méthode d'essai établie par Stäger dans les laboratoires de la S. A. Brown, Boveri & Cie, et adoptée par l'ASE après quelques modifications.

Stäger a constaté que la température de 120° C est une température critique pour l'huile, par le fait qu'au-dessus de 120° C les molécules d'huile commencent à se décomposer. D'autre part, la présence de cuivre nu provoque une accélération de la détérioration observée dans le transformateur et due en grande partie à une oxydation. En consé-

quence, la méthode suisse ne procède qu'à une température peu élevée: 112° C, mais avec une surface de cuivre fortement accrue, l'éprouvette étant constituée par un récipient en cuivre. L'essai a lieu à l'air libre. La durée est de 168 heures. Dans ces conditions, les meilleures de nos huiles subissent une modification notable. Pour constater le vieillissement, on détermine chimiquement la quantité des acides et des boues. On constate également jusqu'à quel point des fils de coton sont affaiblis par l'action de l'huile et de ses produits d'oxydation pendant la durée de l'épreuve.

Cette diminution de la résistance du fil de coton est une des caractéristiques de la méthode suisse. Elle constitue un critère très important, car on a constaté que dans certaines huiles et après une certaine durée de service, l'isolement des enroulements est sensiblement affaiblie, bien que la teneur en acides et en boues semble être encore négligeable. Le chimiste comprend aisément ce phénomène. Selon le genre des hydrocarbures composant une huile, la nature des produits intermédiaires de décomposition dus à l'oxydation peut être très différente. Dans certaines conditions, il peut se former des corps dans lesquels l'oxygène absorbé n'est pas fixé et peut facilement être abandonné à d'autres corps appropriés, tels que la cellulose, qui est une des matières principales du coton. Une fois la destruction opérée, le produit intermédiaire renfermant de l'oxygène n'est plus qu'un acide organique simple, dont l'action est beaucoup moins néfaste.

D'autres types d'huiles peuvent s'oxyder sans produire de combinaisons dangereuses. Dans ce cas, le coton n'est pas attaqué, bien que la teneur en acides soit aussi élevée et même supérieure.

La méthode suisse pour l'essai des huiles de transformateurs a donné d'excellents résultats depuis plusieurs années. Les nombreuses huiles impropres, qui étaient vendues autrefois comme huiles isolantes, ont complètement disparu du marché.

Une autre classe d'isolants dont le perfectionnement est dû en grande partie à la chimie est celle des *vernis isolants*. Autrefois, les vernis isolants étaient généralement des dissolutions de gommelaque et de quelques autres résines naturelles. Depuis lors, on a constaté que certains autres produits sont également appropriés à cet usage et que leurs propriétés permettent des applications techniques que l'on ne pouvait pas réaliser avec les dissolutions de résines.

Pour les enroulements de transformateurs et d'autres appareils, soumis en permanence à l'action de l'huile chaude, les meilleurs vernis sont ceux à base d'huiles siccatives. Il s'agit en principe de dissolutions d'huile de lin plus ou moins oxydée et d'huile de bois de Chine, ainsi que des siccatifs dans la benzine. Ces siccatifs sont des oxydes de plomp, de manganèse ou de cobalt, cuits dans de la colophane jusqu'à complète dissolution. Les vernis noirs renferment en outre de l'asphalte ou du bitume.

Pour que ces vernis satisfassent pleinement à leur tâche, le séchage et le durcissement doivent être parfaitement corrects. Ce processus comporte deux phases distinctes. Tout d'abord, le dissolvant doit s'évaporer. Ensuite l'huile se durcit et forme une pellicule. Ce durcissement provient d'une oxydation subséquente de l'huile. Il ne peut se produire que lorsque l'air peut bien pénétrer, sinon le vernis ne se durcit jamais complètement. Ces couches de vernis ne sont naturellement pas résistantes à l'huile. Elles se dissolvent donc dans l'huile des transformateurs et provoquent souvent une formation de boues plus rapide.

Le chimiste de l'entreprise doit constamment veiller à ce que ces vernis soient traités correctement. Au cours de la première phase, lors de l'évaporation du solvant, la température ne doit pas être trop élevée, sinon il se formerait déjà une pellicule à la surface avant que le solvant des couches plus profondes se soit évaporé. Il en résulterait des poches de vernis liquide. Ces poches se forment souvent aux arêtes inférieures et aux bords. Quand ces poches sont dans l'huile, une oxydation et un durcissement de ces poches n'est plus possible. La mince pellicule est rapidement détruite et le vernis liquide pénètre alors dans l'huile.

Comme dans le cas des huiles isolantes, l'essai de ces vernis à l'huile se fait selon le principe du vieillissement à des conditions de service plus sévères, après avoir vérifié le degré de viscosité, la durée du séchage, etc. Les éprouvettes de vernis sont soumises à l'action de l'air sous une température élevée, pendant une durée déterminée; on vérifie ensuite si l'élasticité de la pellicule s'est amoindrie. En outre, des éprouvettes de couches de vernis correctement durcis sont plongées dans de l'huile chaude et l'on observe si la pellicule s'amollit, si l'huile prend une couleur plus foncée et a une plus forte teneur en acides que celle soumises aux mêmes contraintes, mais sans la présence d'éprouvettes de vernis.

Pour l'imprégnation des enroulements, on utilise souvent des vernis à base de résine artificielle d'un tout autre genre que les vernis à l'huile dont je viens de parler. Un grand nombre de résines artificielles différentes ont été créées. Malgré cela, les bakélites qui sont, chimiquement parlé, des produits de condensation du phénol et de l'aldéhyde formique, ont conservé jusqu'à présent toute leur importance. Cette position avantageuse est due à leur propriété de devenir infusibles et insolubles dans tous les solvants connus, après avoir été simplement chauffées à des températures jusqu'à 200° Celsius. La réaction chimique entre l'aldéhyde formique et le phénol n'exige pour se produire qu'une faible quantité de catalyseurs (agissant comme l'huile siccative pour la formation de la pellicule dans les vernis à l'huile). A la température du local, la réaction est très lente. En revanche, aux températures supérieures à 100° C, la formation du produit définitif a lieu en quelques minutes ou

en quelques heures, selon le genre de catalyseur. Les premiers produits de réaction sont facilement solubles dans l'alcool, de sorte que l'on peut obtenir des vernis à l'alcool. Contrairement aux vernis à l'huile, leur durcissement n'exige pas la présence de l'oxygène, mais simplement un chauffage. Dans le cas de la bakélite, on distingue trois phases, c'est-à-dire les états A, B et C. A et C correspondent respectivement à l'état soluble du début et à l'état insoluble de la fin. B constitue une phase intermédiaire où la matière gonfle dans un solvant, mais sans se dissoudre, comme c'est le cas de la gélatine dans de l'eau froide. La transformation n'a naturellement pas lieu brusquement, mais très progressivement.

Le grand désavantage de ces résines artificielles réside dans le fait que, lors du passage de la forme A à la forme C, les réactions chimiques qui se produisent donnent naissance à des produits gazeux et à de l'eau. A la température nécessaire, cette eau se transforme en vapeur et provoque des vides dans la masse encore plastique. La résine se gonfle comme de la pâte à gâteaux. On peut éviter ce phénomène en procédant au durcissement en vase clos et sous une pression supérieure à la pression de vaporisation de l'eau à la température en question. L'eau ne peut alors plus former de bulles de vapeur, mais seulement de fines gouttelettes d'eau qui restent là où elles se sont formées. L'eau est ainsi répartie moléculairement dans la résine. On pourrait supposer que l'isolation en est rendue moins bonne, mais ce n'est pas le cas, car les différentes gouttelettes d'eau n'ont aucune communication entre elles et sont enrobées par la résine. La présence de l'eau se fait cependant sentir par le fait que les constantes diélectriques sont plus élevées, ce qui est généralement indésirable. En effet, dans le cas de matières à structure stratifiée, où des couches de résine artificielle alternent avec des couches de papier par exemple, les couches présentant les plus faibles constantes diélectriques absorbent une tension relativement plus élevée.

Dans l'essai des résines artificielles rentrant dans le domaine du chimiste, il est intéressant d'observer la perte de poids que subit la matière en passant de l'état A à l'état C. Les vapeurs qui s'échappent sont examinées au point de vue de leur composition. La partie principale est de l'eau; mais on y rencontre également de l'aldéhyde formique et des dérivés du phénol, ainsi que des parties du catalyseur.

On détermine en outre la quantité de résine qui est resté soluble après durcissement normal de la masse. Il arrive en effet souvent que la résine ne soit pas entièrement transformée en corps insoluble. La connaissance du degré de l'insolubilité a parfois une grande importance, par exemple pour les enroulements de moteurs qui sont soumis à l'action de vapeurs dégagées par des solvants, comme cela se produit fréquemment dans l'industrie chimique.

Dans ce qui précède, j'ai essayé de montrer par quelques exemples quelles sont les tâches qui incombent au chimiste d'une entreprise s'occupant de la construction de machines électriques. J'espère vous avoir donné ainsi une notion de la diversité de notre champ d'activité.

Diskussion.

Der **Vorsitzende,** Herr Direktor M. Schiesser, Präsident des SEV, dankt dem Referenten, Herrn Dr. Boller, bestens für das interessante Referat. Die Arbeit des Chemikers im Elektromaschinenbau ist ein weites und schwieriges und vor allem wichtiges Feld. Man denke nur an die Vorausbestimmung der Alterung von Isolierstoffen, die ungleich schwieriger als die Feststellung der Materialeigenschaften im Anlieferungszustand, aber für den Konstrukteur eine wichtige Angelegenheit ist.

Ein weiteres unabgeklärtes Gebiet ist die Frage der Ermüdungsbrüche, deren Bedeutung grösser sein kann als die geläufige Werkstoffprüfung. Neu und interessant ist dann vor allem das ganze Gebiet der synthetischen Stoffe. Der Vorsitzende eröffnet die Diskussion.

Herr Dr. **de Senarclens,** Schweizerische Isola-Werke Breitenbach: Vous nous permettrez tout d'abord de dire à Monsieur le Docteur W. Boller, avec quel plaisir nous avons entendu son exposé et de le remercier d'avoir bien voulu préciser quelques données encore très vagues dans notre esprit. Il est deux domaines dans lesquelles nous serions heureux de faire appel à l'expérience de Monsieur le Dr Boller. Il nous a rappelé que le chimiste de la grande industrie électrique devait entre autre analyser d'une part des bakélites, d'autre part des vernis gras. C'est à ce chimiste-analyste que je voudrais avoir recours.

A. Tout d'abord la question de la bakélite. Monsieur le Dr Boller a certainement établi lui-même des méthodes d'analyse ayant pour but de déceler les bakélites répondant aux exigences de l'industrie électrique. Il a fait allusion, dans son exposé, à la détermination du pourcentage en phénol libre, en eau, en aldéhyde formique (méthanal), etc. Nous serions très désireux de savoir si Monsieur le Dr Boller a pu établir une corrélation entre l'analyse chimique et les qualités diélectriques de la bakélite. L'analyse n'est-elle qu'un moyen d'éliminer les bakélites dont la condensation a été très défectueuse, ou permet-elle de se faire une idée exacte des qualités isolantes du produit?

Nous avons cherché à résoudre cette question. Partant de l'idée que la bakélite pure, composée probablement d'alcools phényliques à un degré de polymérisation plus ou moins avancé, était un parfait isolant, nous nous sommes appliqués à obtenir un phénoplaste présentant le maximum de pureté possible. Nous avons, par des méthodes de condensation qu'il serait fastidieux de décrire, par des lavages successifs, enfin par une distillation à l'alcool butylique permettant d'éliminer l'eau, obtenu un produit que l'analyse chimique nous a permis de considérer comme pur. Nous l'avons soumis aux essais électriques habituels et constaté à notre confusion, que la tangente de l'angle de pertes n'était pas inférieure à celle obtenue en mesurant des phénoplastes dont la condensation avait été soignée, mais pour laquelle les précautions prises pendant la fabrication avaient été bien moindres. Nous avons poursuivi nos essais et cherché à savoir quelle influence pouvaient avoir le phénol libre, l'eau, l'aldéhyde formique et les électrolytes, employés généralement comme catalyseurs, sur les qualités diélectriques de la bakélite. Nous avons constaté que la principale influence de ces corps, était, mis à part les électrolytes et peut-être l'aldéhyde formique, de retarder la polymérisation, voire même de la rendre pratiquement impossible. Mieux que cela: nous avons fait un résol contenant 7 % de phénol libre et 5 % d'eau, et qui, même en milieu basique, se troublait au cours de la polymérisation.

Nous l'avons chauffé, ce produit trouble, pendant des semaines à 105° C, jusqu'à ce qu'il soit redevenu transparent par élimination de l'eau et, partant, du phénol libre et avons déterminé périodiquement ses propriétés diélectriques, à savoir la tangente de l'angle de pertes dans le sens transversal. Nous avons constaté:

1° que les propriétés diélectriques s'améliorent nettement au cours des semaines de chauffage,

2° et c'est cela qui nous paraît important, que la courbe présentait un maximum qui laisserait supposer ou bien que le produit parfaitement pur est moins bon, électriquement parlant, que le produit contenant encore 1 % de phénol libre et 1 % d'eau, ou bien que la masse atteint un état qu'on pourrait appeler une surpolymérisation et dans lequel je ne voudrais pas m'aventurer. Il n'est à notre idée qu'une analyse chimique qui donne une idée assez exacte des propriétés diélectriques de la bakélite. C'est celle qui, par distillation sèche, donne le pourcentage en phénol lié, probablement à l'état d'éther phénylique. Le pourcentage des bakélites étudiées variait entre 10 et 24 %. Ce sont celles qui contenaient le moins de phénols liés qui se sont montrées les meilleurs isolants. Nous nous permettons donc de reposer à Monsieur le Dr Boller la question suivante:

Ses expériences sont-elles différentes des nôtres et est-il de l'avis que l'analyse chimique, que nous sommes loin de considérer comme inutile, sert non pas seulement à éliminer les bakélites tout à fait défectueuses, mais qu'elle permet encore de se faire une idée exacte des qualités diélectriques du produit analysé?

B. Question des vernis gras. Le second domaine dans lequel nous serions heureux d'avoir recours à l'expérience de M. le Dr Boller, est celui des vernis gras d'imprégnation et leur analyse par les chimistes des entreprises électriques. Les chimistes, bien souvent très absorbés par d'autres problèmes, n'ont pas la possibilité de consacrer le temps nécessaire à l'étude des vernis d'imprégnation, domaine complexe entre tous. Ils en sont fréquemment réduits à faire quelques réactions rapides puis à élaborer un cahier des charges. Les fabricants de vernis reçoivent le dit cahier et constatent généralement ceci: des maisons faisant des imprégnations de bobinages semblables exigent des vernis diamétralement opposés et qui de plus, ne paraissent pas toujours adaptés à l'emploi qu'on désire en faire. Un petit exemple: Quatre maisons faisant des appareils semblables exigent les vernis jaunes à l'étuve suivants:

	A	*B*	*C*	*D*
séchage à 110° C	1 h	3 h	> 6 h < 16 h	36 h

et pourtant la durée de séchage conditionne à peu près toutes les propriétés du vernis. Il est vrai qu'une seule maison a indiqué le support sur lequel les essais de séchage doivent être faits. Or, un vernis qui sèche en 2 heures 30 sur le zinc exige 4 heures 30 sur carton et 12 heures sur cuivre.

Le vernis universel, séchant rapidement, résistant à l'action de l'eau, des acides, des bases, des huiles chaudes et des halogènes, ne vieillissant que très lentement, n'existe pas. Il faut choisir entre quelques unes de ces propriétés. Il nous semble donc qu'il n'est qu'un moyen de résoudre d'une manière satisfaisante cette question très complexe du vernis d'imprégnation; c'est de charger le spécialiste en vernis en qui on a placé sa confiance, de résoudre la question, en contact avec le chimiste de l'entreprise électrique et en présence de tous les facteurs intervenant au moment du séchage: stand d'imprégnation, nature du bobinage, question d'ordre commercial, etc. ... Il n'est pas douteux que de graves erreurs seront évitées, que le constructeur recevra le vernis qu'il désire et que les essais des spécialistes seront en ce sens plus faciles qu'ils connaîtront le but à atteindre.

Herr Dr. **W. Boller**, Referent: Unsere Arbeiten über das Gebiet der Kunstharze führten bloss zu Prüfmethoden, die erlauben, Produkte von der Verwendung auszuschliessen, die den Anforderungen im allgemeinen oder für irgendwelche Spezialzwecke nicht genügen.

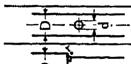
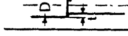
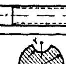
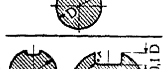
Die Fragen, wie sich verschiedene Ausgangsmaterialien sowie verschiedene Behandlungsarten bei der Herstellung der Kunstharze im fertigen Material auswirken, hat meines Wissens Herr Dr. Stäger bearbeitet. Soviel ich mich erinnere, verhalten sich Kresole wesentlich anders als Phenol.

(Da Herr Dr. de Senarclens nicht mehr anwesend war, äusserte sich der Referent über seine Anfrage betreffend die Isolierlacke auf Oelbasis nicht mehr.)

Herr Dr. **H. Stäger**, Zürich: Als Ergänzung zu den Ausführungen des Herrn Dr. Boller möchte ich mir erlauben, noch einige Beispiele aus der Werkstoffkunde zu erwähnen. Im Zusammenhang mit der Entwicklung der modernen Technik war es mehr und mehr nötig, alle möglichen Eigenschaften der Werkstoffe zu erforschen. Es genügte denn auch keinesfalls z. B. nur die Kenntnis des mechanischen Verhaltens. Der Referent hat bereits an Hand einiger Beispiele gezeigt, inwieweit die naturwissenschaftliche Erkenntnis nötig ist, um die Eigenschaften der Werkstoffe zu erfassen.

Während bis vor noch nicht allzulanger Zeit lediglich die statischen Prüfmethoden zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe des Maschinenbaues herbeigezogen wurden, ging man in neuerer Zeit dazu über, in ausgedehntem Masse dynamische Spezialmethoden beizuziehen, um das Verhalten von Werkstoffen im Betrieb bei wechselnden Dauerbeanspruchungen zu verstehen. Es ist ja kennzeichnend, dass trotz der umfangreichen statischen Prüfmethodik und der sorgfältigen Prüfungen in dieser Hinsicht 90 % aller heute vorkommenden Brüche im Maschinenbau als Dauerbrüche bezeichnet werden müssen. Erst mit Hilfe der *Dauerprüfmethoden* bei wechselnden Beanspruchungen war es möglich, die genaue Spannungsverteilung in einem Konstruktionsteil zu erfassen und dann Mittel und Wege zu finden, um die Spannungsspitzen abzubauen und für eine gleichmässige Verteilung der Spannungen zu sorgen. Diese Erkenntnis führte denn auch zur neuen Konstruktionslehre. Es ergibt sich also vorerst, dass bei gleichen statischen und chemischen Eigenschaften, je nach der Formgebung, sich

Einige Formziffern. Tabelle I.

Nr.		Abmessungen	Beanspruchung	α_k	Ursprung
1		$r = t = 0{,}07\ D$	Zug und Biegung	1,8	Leon
2		$r = t = 0{,}25\ D$		1,5	Coker
3		$r = t = 0{,}09\ D$	Verdrehung	1,65	Thum
4		$r = 0{,}09\ D;\ t = 0{,}21\ D$		1,9	
5		$d = 0{,}1$ bis $1{,}30$	Zug und Verdrehung	$\sim 3{,}0$	Leon, Coker
6		$r = 0{,}1\ D$	Biegung	1,4	Leon
7		$r = 0{,}05\ D;\ t = 0{,}08\ D$	Verdrehung	2,2	Thum
8		½" Whitworth-Gew. mit Auslauf	Biegung	2,5 bis 3	Coker, Moore
9		$r \leqq 0{,}2\ D$	Verdrehung	3,0	rechnerisch
10		$r = 0{,}1\ t$	Verdrehung	5,4	nach Prandtl
11		$r = 0{,}2\ t$		3,4	
12		$r = 0{,}5\ t$		2,1	

zwei Konstruktionsteile bei wechselnden Beanspruchungen verschieden verhalten können. Daraus ergibt sich weiter, dass neben den beiden erwähnten Prüfungen noch andere Methoden angewendet werden müssen, um den Einfluss der Form zahlenmässig zu erfassen. Mit Hilfe der Dauerprüfmethoden gelang es, die sogenannte *Formziffer* für einen bestimmten Werkstoff festzustellen: In Tabelle I sind einige solcher Formziffern zusammengestellt. Diese sind verschieden gross, nicht nur hinsichtlich der Formgebung, sondern auch der Art der wechselnden Beanspruchung.

Weitere Untersuchungen an metallischen Werkstoffen ergaben aber im Zusammenhang mit der Ermittelung der Dauerwechselfestigkeiten, dass ein Werkstoff auch mit der Formziffer an und für sich noch nicht genügend gekennzeichnet ist. Es zeigte sich nämlich, dass die technischen Legierungen durchaus verschiedene *Kerbempfindlichkeit* aufweisen, d. h. also mehr oder weniger empfindlich sind gegen Oberflächenverletzungen. In Tabelle II sind die wichtigsten im Maschinenbau gebräuchlichen Stähle mit ihren chemischen Zusammensetzungen und den mechanischen Eigenschaften (statisch und dynamisch) zusammengestellt. In der letzten Kolonne ist die sogenannte Empfindlichkeitszahl angeführt. Diese wird wiederum durch Dauerwechselprüfmethoden ermittelt. Ein maximal empfindlicher wechselspröder Werkstoff hat die Empfindlichkeitszahl 1, ein nicht kerbempfindlicher dagegen 0. Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich ist, besteht kein direkter Zusammenhang zwischen den chemischen, den mechanischen Eigenschaften und der Empfindlichkeitszahl. Selbst die sogenannte Kerbzähigkeit steht nicht in direktem Zusammenhang mit der Empfindlichkeitszahl, was z. B. ein Vergleich der Stähle Nr. 1 und Nr. 5 zeigt. Der austenitische Chromnickelstahl Nr. 10 dagegen zeigt bei hoher Kerbzähigkeit eine Empfindlichkeitszahl 0. Aus diesen Vergleichen ergibt sich deutlich, dass sich die verschiedenen

Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften der gebräuchlichsten Stähle. Tabelle II.

Nr.	Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung C %	Si %	Mn %	Sonstiges %	Streckgrenze σ_S kg/mm²	Zugfestigkeit σ_B kg/mm²	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$	Dehnung δ_{10} %	Einschnürung ψ %	Biegewechselfestigkeit σ_W kg/mm²	$\frac{\sigma_W}{\sigma_B}$	Kerbschlagzähigkeit α_k mkg/cm²	Empfindlichkeitszahl η_k
1	St 37	0,10	0,51	0,13	—	38,1	43,3	0,88	30	72	23,0	0,53	21,5	0,50
2	St 37	0,11	0,01	0,49	—	32,1	44,3	0,73	29	67	22,3	0,50	17,4	0,63
3	St 52	0,15	1,02	0,95	0,41 Cu	43,8	59,3	0,73	26	67	38,4	0,88	18,5	0,85
4	—	0,78	0,35	0,78	—	34,9	61,6	0,56	22	60	30,0	0,48	5,6	0,57
5	—	1,21	0,24	0,50	—	—	61,0	—	21	45	26,2	0,42	1,8	0,42
6	St 60	0,29	0,34	0,91	—	42,3	65,3	0,65	21	72	31,8	0,49	8,1	0,49
7	St 80	0,48	0,26	1,27	—	49,8	81,2	0,62	15	55	35,9	0,44	6,2	0,48
8	VCN 35	0,23	0,16	0,51	0,69 Cr 3,67 Ni	46,3	66,8	0,69	17	57	42,0	0,63	12,1	0,61
9	—	0,36	0,32	1,25	0.63 Cr 3,48 Ni	109,0	115,5	0,94	10	53	58,8	0,51	6,1	0,92
10	—	0,15	0,45	—	19,70 Cr 6,10 Ni	24,3	65,3	0,37	60	77	25,4	0,38	>24	0,00
11	—	0,21	0,24	0,50	12,90 Cr 1,85 Ni	77,7	81,7	0,95	17	65	40,4	0,49	10,6	0,53

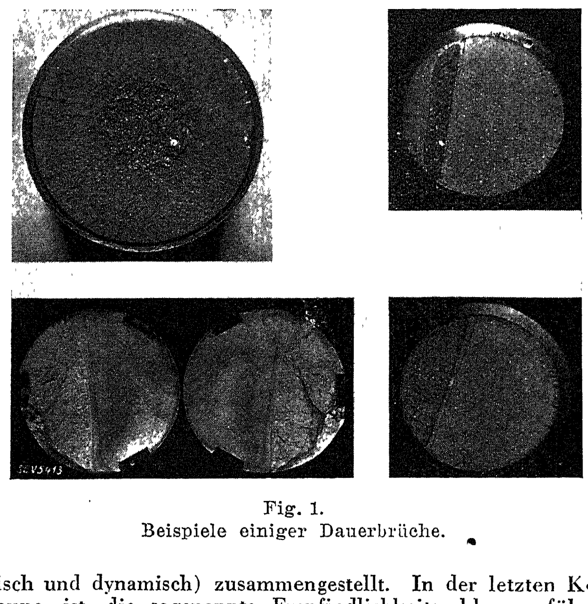


Fig. 1.
Beispiele einiger Dauerbrüche.

Werkstoffe unabhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung oder ihren mechanischen Eigenschaften bei wechselnder Dauerbeanspruchung sehr verschieden verhalten können. Der Konstrukteur muss daher, wenn er der Gefahr von Dauerbrüchen entgehen will, mit allen Individualitäten seiner Werkstoffe rechnen und dabei eben die Grundsätze der neuen Konstruktionslehre in erster Linie berücksichtigen. Einige Dauerbrüche, die bei Vernachlässigung der kurz erwähnten Grundsätze auftreten können, sind in Fig. 1 zusammengestellt. Der Dauerbruch hat immer ein charakteristisches Aussehen, nämlich eine feinkörnige bis samtartige Oberfläche neben einem grobkörnigen Anteil, dem sogenannten Restbruch, an dem der endgültige Bruch zustande gekommen ist. Je nach der Art der umlaufenden Wechselbeanspruchung ist die Form des Restbruches sehr verschieden; so war z. B. beim Bruch oben in Fig. 1 eine gleichmässig umlaufende Biegewechselbeanspruchung vorhanden. Der Bruch wurde eingeleitet von einer umlaufenden, schlecht bearbeiteten Oelspritzrille. Der Dauerbruch kann sich in mehreren Stufen ausbilden, wobei dann eine eigenartige schalenförmige Ausbildung festgestellt wird.

Es würde hier zu weit führen, auch noch etwas über die Dämpfung der Werkstoffe zu sagen, nachdem die Fachleute festgestellt haben und sich darüber im Klaren sind, dass die Dämpfung keine Materialkonstante ist.

Dagegen darf wohl darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Ermüdungsfestigkeit wesentlich beeinflusst werden kann durch chemische Einflüsse. Man spricht dann von der sogenannten *Korrosionsermüdung*. Tabelle III enthält das Ergebnis einiger Untersuchungen an gewöhnlichem Fluss- und 3prozentigem Nickelstahl. Die einzelnen Probestäbe wurden in Luft, Oel, in Wasser und in gesättigtem Dampf untersucht, und zwar im blanken, geschliffenen Zustand und verchromt. Es wurde die Biegewechselfestigkeit bestimmt, und zwar bis zu 2×10^8 Lastwechseln, um möglichst einwandfreie Resultate zu erhalten. Aus der Tabelle ergeben sich die Korrosionsermüdungsfestigkeiten bei den verschiedenen Bedingungen. Luft und Oel haben natürlich keinen Einfluss, dagegen Wasser und gesättigter Dampf. Der Chromüberzug wird durch die wechselnde Beanspruchung zum Teil zerstört und

damit ist sein Schutzvermögen erschöpft. Die Wechselfestigkeiten zwischen Nickelstahl und Flußstahl sind in Luft und in Oel ziemlich verschieden, in Wasser und Dampf dagegen praktisch gleich. Sobald also noch chemische Einflüsse mit der Dauerbeanspruchung zusammenwirken, gelten auch die Werte der Dauerwechselfestigkeiten nicht mehr. Fig. 2 zeigt die Probestäbe nach der Behandlung auf der Korrosionsermüdungsmaschine. Es ist deutlich ein ungleichmässiger selektiver Angriff festzustellen. In der Aufnahme rechts unten ist ersichtlich, in welcher Art und Weise die Korrosion längs den Korngrenzen in das Material eindringt.

Korrosionsermüdung
2×10^8 Wechsel, umlaufende Biegung.

Tabelle III.

Wechselbeanspruchung in	Oberflächenbehandlung	Flußstahl	3 % Ni-Stahl
		σ_S 32 kg/mm², σ_B 42, λ_5 24 %, a_K 7 mkg/cm²	σ_S 37 kg/mm², σ_B 61, λ_5 23 %, a_K 12 mkg/cm²
		Wechselfestigkeit σ_{Wb}	
Luft	blank verchromt	20 kg/mm²	32 kg/mm²
Oel	blank verchromt	20 kg/mm²	30 kg/mm² 29 kg/mm²
Wasser	blank verchromt	13 kg/mm² 15 kg/mm²	12,5-15 kg/mm² 18,0-20 kg/mm²
Dampf (gesättigt)	blank verchromt	15 kg/mm² —	17-22 kg/mm² 19-24 kg/mm²

Die Korrosionsermüdung ist aber nicht so einfach definiert wie die Ermüdungs- oder Dauerwechselfestigkeit in Luft. Es wurden eine Reihe von Versuchen durchgeführt, die nicht bis zur Ermüdungsgrenze der wechselnden Beanspruchung ausgedehnt wurden, sondern die schon wesentlich früher abgebrochen wurden. Solche Probestäbe, die nach der Vorbelastung bei weniger als der Hälfte Lastwechsel aus der Prüfmaschine entnommen und einer Biegeprobe unterzogen wurden, zeigten folgendes Verhalten: Ein erster Stab hatte in Luft gearbeitet und war auch nach dem Versuch oberflächlich nicht angegriffen. Ein zweiter Stab, der in Wasser gearbeitet hatte, zeigte dagegen nach verhältnismässig geringer Biegung schon weit unter der Ermüdungsgrenze starke Angriffe, obschon vor dem Biegen selbst mit der Lupe kein oberflächlicher Angriff festzustellen war. Ein dritter Stab war mit einem Chromüberzug versehen und zeigt nach dem Biegen noch keine korrodierten Stellen. Trotzdem diese beiden letzten Stäbe praktisch gleiche Korrosionsermüdungsfestigkeit aufweisen, wurden sie doch ganz verschieden stark zerstört, längst vor der Erreichung der Korrosionsermüdungsfestigkeitsgrenze. Daraus geht hervor, dass die Definition dieser Werkstoffeigenschaft auf grosse Schwierigkeiten stösst.

Zusammenfassend ergibt sich für die neue Konstruktionslehre, dass die Gefahr des Dauerbruches nur dann beseitigt werden kann, wenn die Werkstoffe auch bezüglich ihrer Formziffer, Empfindlichkeitszahl und Dauerwechselfestigkeit genau bekannt sind. Bei gleichzeitigen korrosiven Einflüssen muss noch die Korrosionsermüdungsfestigkeit berücksichtigt werden.

Herr Dr. Boller sprach in seinen Ausführungen über Korrosion von Kondensatorrohren, von den sogenannten *selektiven Korrosionen*, die durch örtliche Bildung elektrochemischer Elemente erzeugt werden. Ich möchte im folgenden auf eine andere Art der Zerstörung von Kondensatorrohren aus Kupfer-Zinklegierungen hinweisen. In Tabelle IV sind die Werkstoffe zusammengestellt, die in Form von Kondensatorrohren in den verschiedenen Zuständen verwendet worden sind. Die ersten zwei Legierungen bestehen aus reinen α-Mischkristallen. Die dritte Legierung (60/40) besteht aus

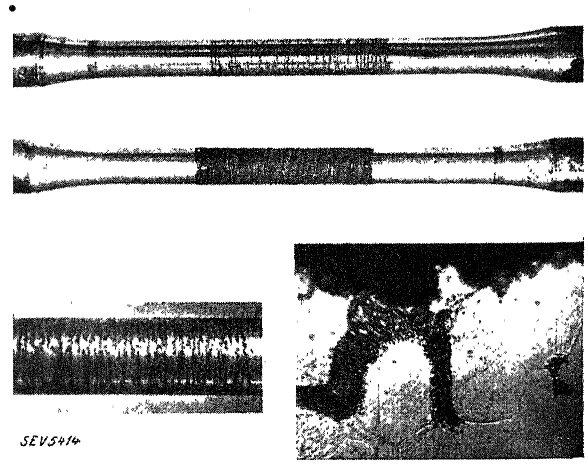


Fig. 2.
Probestab für Korrosionsermüdung.

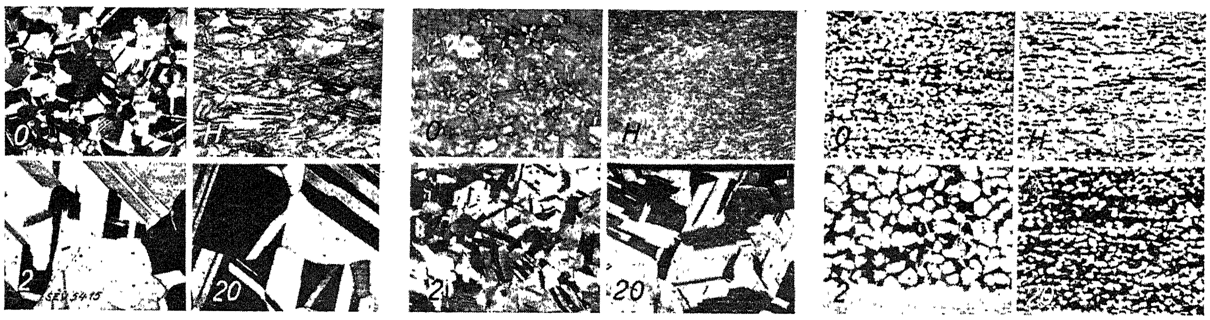
einem Gemisch von $\alpha+\beta$-Mischkristallen. In Fig. 3, 4 und 5 sind metallographische Aufnahmen der verschiedenen Legierungen gezeigt, und zwar in den verschiedenen, für die Versuche verwendeten Zuständen, nämlich spannungsfrei geglüht (0), hart gezogen (H), 2 % vorgereckt und rekristallisiert (2) und 20 % vorgereckt und rekristallisiert (20). Der hartgezogene Zustand entspricht einem Fabrikat mit starken Reckspannungen, die in unserem Falle ungefähr 7 kg/mm², als Biegespannung berechnet, betragen. Die vorgereckten und rekristallisierten Prüflinge zeigen zum Teil sehr grosse Mischkristalle und sollen den Einfluss der Kristallitgrösse erkennen lassen. Die Versuche wurden nun in der Art und Weise durchgeführt, dass man die verschiedenen Zustände, das eine Mal in 10prozentiger Salzsäure, das andere Mal in 5prozentiger Kochsalzlösung, korrodieren liess. Die Korrosion in

Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften der untersuchten Cu-Zn-Legierungen.

Tabelle IV.

Legierung	70 % Cu, 30 % Zn			63 % Cu, 37 % Zn			60 % Cu, 40 % Zn		
Mechanische Eigenschaften	Fliessgrenze kg/mm²	Bruchgrenze kg/mm²	Bruchdehnung %	Fliessgrenze kg/mm²	Bruchgrenze kg/mm²	Bruchdehnung %	Fliessgrenze kg/mm²	Bruchgrenze kg/mm²	Bruchdehnung %
Weichgeglüht	9,5	32,5	68	12,0	38,0	58	14,0	42,0	44
Hartgezogen	51,0	55,2	10	49,5	57,5	9,5	47,0	58,5	12
2 % vorgereckt und rekristallisiert	770° C, 1 Std. geglüht, Luftabkühlung			830° C, 15 min, wasserabgeschreckt, 580—600° C, angelassen während 30 h.			650—660° C, 30 min, wasserabgeschreckt		
	mechanische Werte wie unter weichgeglüht			mechanische Werte wie unter weichgeglüht			mechanische Werte wie unter weichgeglüht		
20 % vorgereckt und rekristallisiert	Gleich wie oben			Gleich wie oben			Gleich wie oben		

Salzsäure sollte etwa keineswegs einen Fall der Praxis reproduzieren, sondern lediglich Auskunft geben über den Auflösungs-, bzw. Abbauvorgang der verschiedenen Mischkristalle. Dieser wurde einerseits verfolgt durch die Bestimmung der gemischten Bestandteile in der Lösung und anderseits durch die Bestimmung der Zerreissfestigkeit und der dazu gehörigen Bruchdehnung. In Fig. 6 sind die Ergebnisse eini-



Gefügeaufnahmen der für die Korrosionsversuche verwendeten Kupfer-Zink-Legierungen.

Fig. 3. Legierung: 70 Kupfer, 30 Zink (70/30).

Fig. 4. Legierung: 63 Kupfer, 37 Zink (63/37).

Fig. 5. Legierung: 60 Kupfer, 40 Zink (60/40).

O = weich geglüht; H = hart gezogen; 2 = 2 % vorgereckt und rekristallisiert; 20 = 20 % vorgereckt und rekristallisiert. (Genaue Angaben siehe Tabelle IV.)

ger Versuchsreihen zusammengestellt. Man sieht das grundsätzlich verschiedene Verhalten der beiden Legierungsgruppen, nämlich derjenigen, die aus reinen α-Mischkristallen bestehen, und der andern, die aus $\alpha+\beta$-Mischkristallen bestehen. Die Legierungen 70/30 und 63/37, die zur ersten Gruppe gehören, lösen sich im analytischen Verhältnis ihrer Bestandteile auf, und zwar verhältnismässig gleichmässig. Wenn man damit die gemessenen Werte der Bruchfestigkeit und Bruchdehnung vergleicht, dann zeigt sich, dass diejenigen Prüflinge, die noch Reckspannungen haben (hart gezogen) am meisten zerstört sind, da ihre Bruchdehnung und damit also das plastische Formänderungsvermögen vollständig erschöpft ist. Die verschiedenen Kristallitgrössen dagegen haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Auflösungsvorgänge. Die Legierung 60/40, die aus $\alpha+\beta$-Mischkristallen besteht, verhält sich grundsätzlich anders. Es findet dort eine sogenannte *Entzinkung* statt, wobei die β-Mischkristalle zerstört werden und damit das Formänderungsvermögen erledigt wird. Dem Kochsalz gegenüber verhalten sich die Legierungen völlig anders. Es werden verhältnismässig geringe Mengen aufgelöst und auch die Einbusse am Formänderungs-

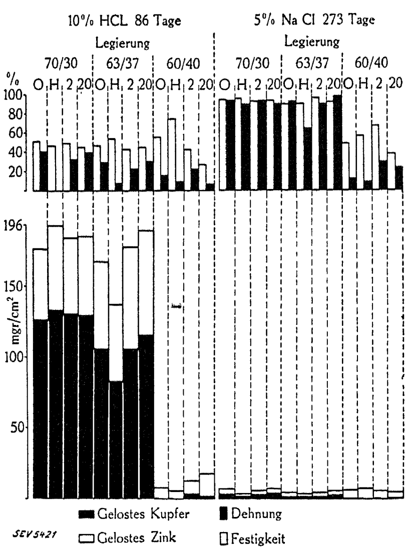


Fig. 6.

Ergebnisse der Korrosionsversuche mit drei verschiedenen Kupfer-Zink-Legierungen.

vermögen ist bei den Legierungen aus reinem α-Gefüge sehr gering. Die $\alpha+\beta$-Mischkristalle enthaltende Legierung, bestehend aus 60 % Kupfer und 40 % Zink, wird ebenfalls von der Kochsalzlösung stärker angegriffen und verliert nach kurzer Zeit das Formveränderungsvermögen. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, weiter auf Einzelheiten einzugehen. Es sollen im folgenden lediglich die Ergebnisse festgehalten werden, die zum Teil im Gegensatz stehen zu den frühern Anschauungen:

Neben den selektiven Korrosionen ist viel gefährlicher die Entzinkung, die nur dann auftreten kann, wenn das Gefüge aus verschiedenen Mischkristallen besteht, wie z. B. bei der Legierung 60/40. Bei gleichartigen Mischkristallen spielen die Kristallitgrösse und die Legierung an und für sich keine Rolle. Viel wichtiger ist bei dieser Gruppe von Legierungen, dass sie frei sind von allen Reckspannungen.

In diesem Zusammenhange möchte ich noch zwei andere Beispiele anführen, bei denen *Reckspannungen* zu unangenehmen Störungen geführt haben. Fig. 7 zeigt die Zündstange eines Gleichrichters. Es handelt sich um einen rund gezogenen Stahl. Derselbe war, wie sich im Betrieb zeigte, mit Reckspannungen versehen, als er eingebaut wurde. In der kritischen Temperaturzone (zu jedem Reckgrad gehört eine entsprechende Rekristallisationstemperatur) begann der Stab infolge der Reckspannungen zu rekristallisieren, und zwar sind die grössten Kristallite in der Gegend der günstigsten Rekristallisationstemperatur. Neben diesen Stellen nimmt dann die Grösse der Kristallite ab. Bei dieser Rekristallisation treten derartige Kräfte auf, dass starke Deformationen vorkommen können. Im vorliegenden Falle wurde der Stab viereckig, woraus hervorgeht, dass der Rundstab aus einem Vierkantprofil herausgezogen worden war.

Wenn ein mit Reck- oder Gußspannungen behaftetes Werkstück mit flüssigen Metallen in Berührung gebracht wird, dann vermag das flüssige Metall oder die Legierung, sofern es oder eine ihrer Komponenten in dem eingetauchten Werkstoff löslich sind, in diesen einzudringen und ihn vollständig zu zerstören. Man spricht dann von *Lotsprödigkeit.*

Aus diesen Fällen ersieht man, dass bei Korrosionen die Zusammensetzung der Legierung bei einheitlichem Mischkristall sowie die Korngrösse für die Korrosionsunbeständigkeit von viel geringerer Bedeutung sind als das Vorhandensein von Reckspannungen. Wenn ein mit Reckspannungen behafteter Werkstoff einer entsprechenden Temperatur ausgesetzt wird, beginnt er zu rekristallisieren und kann damit starke Formänderungen ausführen. Wenn Reckspannungen in einem Werkstoff vorhanden sind, der mit flüssigem Metall in Berührung kommt, für welches eine gegenseitige Lösung besteht, dann bricht der Werkstoff infolge von Lotsprödigkeit auseinander.

Ich möchte noch an Hand einiger anderer Beispiele auf den neuesten Zweig der Chemie, die sogenannte *Topochemie* zu sprechen kommen. Es ist eine längst bekannte Tatsache,

dass die Reaktionsfähigkeit und die Erscheinungsformen der Stoffe sich mit dem Zerteilungsgrad stark verändern können. Ich möchte nur als Beispiel die sogenannten Katalysatoren erwähnen oder z. B. das blaue Gold usw. Es würde hier jedoch zu weit führen, andere Beispiele auf diesem Gebiet eingehender zu behandeln.

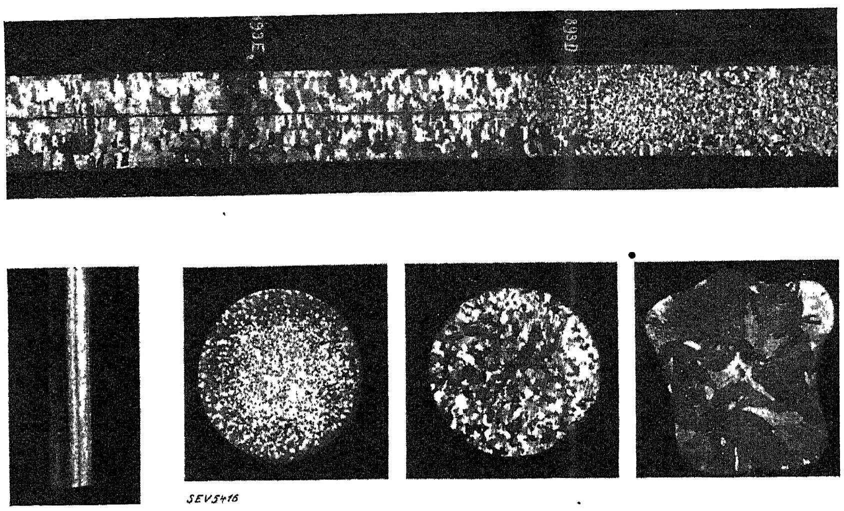


Fig. 7.

Beispiel einer rekristallisierten Zündstange aus dem Betrieb.

Oben: Längsschnitt mit verschiedenen Rekristallisationszonen.

Unten: Querschnitte durch verschiedene Rekristallisationszonen.

Gewöhnlich macht man die Voraussetzung, dass eine chemische Reaktion sich unbehindert im Raume abspielen kann. Die chemischen Gesetze werden denn auch zum grossen Teil auf Grund dieser Voraussetzung aufgestellt. Erst die Topochemie zeigte, dass die ortsgebundenen Reaktionen wesentlich anders verlaufen können. Eine massgebliche Rolle spielt bei ortsgebundenen Reaktionen vor allem der Reaktionsort. Es ist also nicht gleichgültig, wie der Reaktionsort beschaffen ist, sondern er vermag den Ablauf der Reaktion sowie die entstehenden Reaktionsprodukte massgeblich zu beeinflussen. Gerade in der Werkstoffkunde hat man es aber vornehmlich mit ortsgebundenen, d. h. topochemischen Reaktionen zu tun und daher sollen noch einige solche Beispiele angeführt werden.

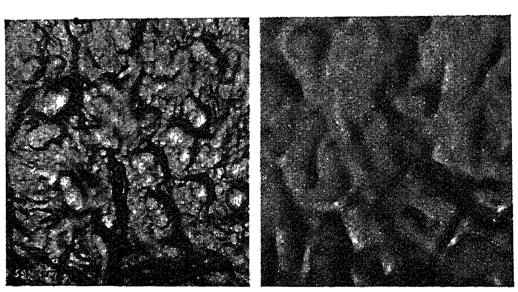
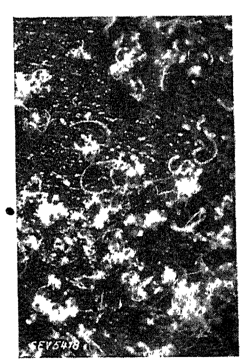
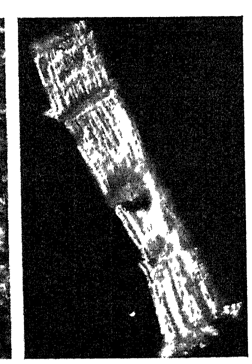


Fig. 8.
Elektrolytische Nickelniederschläge.
Links: hochdispers glänzend.
Rechts: grobdispers matt.

Ein ausgesprochen topochemischer Vorgang ist z. B. die elektrolytische Metallabscheidung, also die Verchromung, Vernickelung usw. Die Art und die Eigenschaften des elektrolytischen Metallüberzuges sind neben den Strom- und Elektrolytverhältnissen in höchstem Masse abhängig von dem Reaktionsort, d. h. in diesem Falle von der Metallunterlage. In Fig. 8 sind zwei Nickelniederschläge zu sehen. Der Niederschlag links ist ein hochdisperser (fein verteilter), glänzender Metallüberzug. Die Vernickelung rechts ist matt und grobdispers (grob verteilt). Diese verschiedenen Ausscheidungsformen eines und desselben elektrolytisch gefällten Metalles sind Folgen der verschiedenen topochemischen Verhältnisse, also der verschiedenen Verhältnisse am Reaktionsort. Wenn man nun die beiden Niederschläge irgendwelchen weitern chemischen Reaktionen aussetzt, so sieht man, dass die Reaktionsfähigkeit vollständig verschieden ist. Der matte Niederschlag z. B. reagiert mit flüchtigen Fettsäuren absolut nicht, während der glänzende hochdisperse Ueberzug infolge seiner grossen reaktionsfähigen Oberfläche ganz eigenartige Salzbildungen mit flüchtigen Fettsäuren aufweist, wie aus Fig. 9 zu ersehen ist. In Fig. 10 ist ein einzelner Faden eines solchen fettsauren Salzes bei starker Vergrösserung abgebildet. Dabei ist ausserordentlich interessant, festzustellen, dass das Bauprinzip dieser künstlich erzeugten Fäden ganz ähnlich ist demjenigen der natürlich entstandenen Fäden (eine Anzahl Längsfibrillen zusammengehalten durch Querverbindungen). Fig. 11 zeigt einen elektrolytisch erzeugten Cadmiumniederschlag. Die Salze, die sich z. B. mit flüchtigen Fettsäuren auf diesem Metall bilden, sind ganz anderer Art als die eben besprochenen Nickelsalze, wie aus Fig. 12 und 13 hervorgeht.





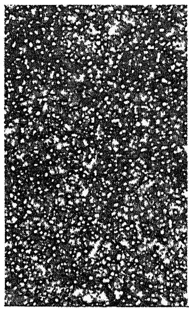
Bildungsformen von Nickelsalzen auf Elektrolytniederschlägen.

Fig. 9.
Gesamtübersicht.

Fig. 10.
Einzelne Salzgruppe bei starker Vergrösserung.

Als weiteres Beispiel eines topochemischen Vorganges möchte ich noch die Zerstörung von Bleiglätteglyzerinkitten anführen. Solche Kittverbindungen werden manchmal schon nach kurzer Betriebszeit in eine krümelige Masse übergeführt, die leicht abfällt, während andere Kittverbindungen sich während Jahren durchaus einwandfrei verhalten. Die Ursache der Zerstörung ist eine Bleikarbonatbildung, wobei die Kohlensäure der Luft genügt, um den Vorgang einzuleiten. Mit dieser rein chemischen Feststellung ist aber das verschiedene Verhalten der einzelnen Kittverbindungen noch keineswegs erklärt. Wesentlich ist auch die Verteilung der nicht aufgelösten Bleiglättebestandteile. Prüflinge mit solchen Kittverbindungen, das eine Mal gespachtelt, das andere Mal gegossen, wurden nun längere Zeit der Einwirkung einer Kohlensäureatmosphäre ausgesetzt. Nach verschiedenen Zei-

ten wurden Prüflinge entnommen und die Scherfestigkeit bestimmt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Fig. 14 zusammengestellt. Es zeigt sich deutlich, dass die einen Kitte unter dem Einfluss der Kohlensäure Bleikarbonat bilden und



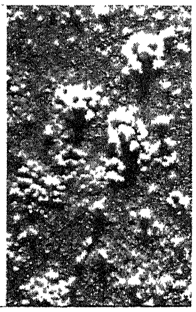




Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 11: Elektrolytischer Cadmiumniederschlag.
Fig. 12 und 13: Bildungsformen von Cadmiumsalzen auf Elektrolytniederschlägen.
Fig. 12: Gesamtübersicht.
Fig. 13: Salzgruppen bei starker Vergrösserung.

sich stark verfestigen, die andern dagegen wohl auch Karbonat bilden, dabei aber ihre Festigkeit eher einbüssen und in eine zum Teil krümelige, zum Teil schmierige Masse übergehen. Es zeigt sich also, dass das Bleikarbonat in verschiedenen Formen auftreten kann. Es ist somit nicht der

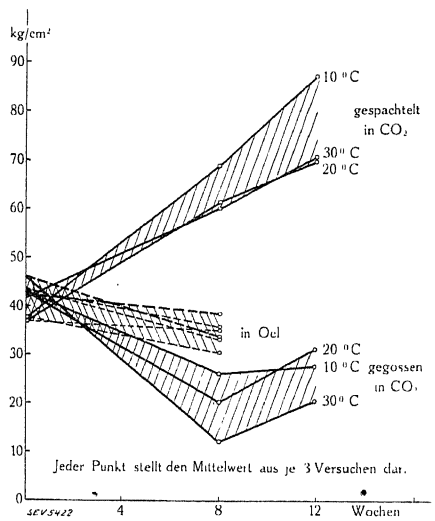


Fig. 14.
Einfluss von Kohlensäure und Mineralöl auf Bleiglätte-Glyzerinkitte.

chemische Vorgang als solcher ausschlaggebend, sondern die Verhältnisse am Reaktionsort. Um diese etwas besser kennenzulernen, wurden Porositätsmessungen gemacht und, wie aus

Porositätsgrad von Bleiglätte-Glyzerinkittungen.

Tabelle V.

Herstellungstemperatur °C	Gegossen		Gespachtelt	
	Porositätsdurchmesser mm	Porositätsgrad ‰	Porositätsdurchmesser mm	Porositätsgrad ‰
10	0,0556	0,00771	0,0450	0,00506
20	0,0430	0,00462	0,0366	0,00334
30	0,0430	0,00462	0,0254	0,00161

Probekörper: 40 mm ∅, 10 mm Dicke.

Tabelle V hervorgeht, zeigt der eine Kitt eine wesentlich grössere Porosität als der andere und damit also auch einen wesentlich grössern Reaktionsraum. Auf die weitern Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen. Gezeigt seien in Fig. 15 nur die zwei verschiedenen Arten des Bleikarbonates, links das feinkristalline, verfestigende Bleikarbonat und rechts das gequollene, schmierige.

Diese Beispiele sollen genügen, um zu zeigen, in welcher Art und Weise der Reaktionsort die Erscheinungsformen eines Stoffes beeinflussen kann und damit auch einen Einfluss hat auf die Reaktionsfähigkeit. Mit der chemischen Definition eines Stoffes und mit der rein chemischen Verfolgung eines Vorganges ist also das Gesamtverhalten keineswegs genügend gekennzeichnet.

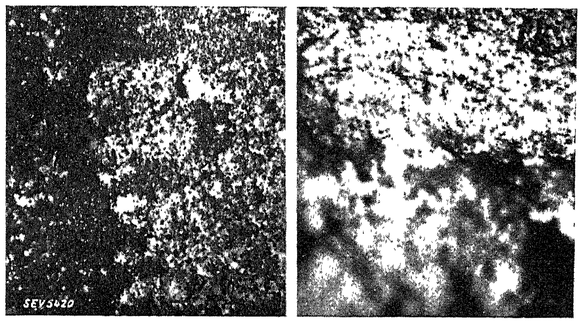
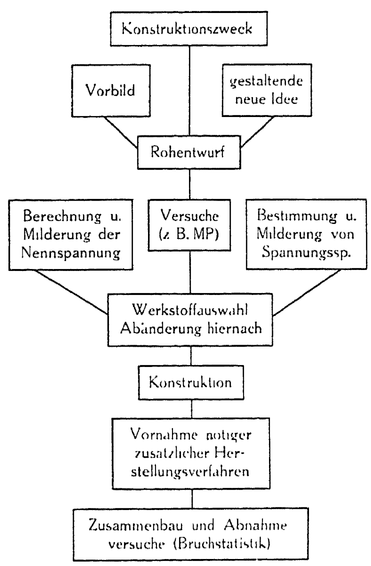


Fig. 15.
Bildungsformen von Karbonaten in Bleiglätte-Glyzerinkitten.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich, dass auf dem Gebiete der Makroerscheinungen die statisch-mechanische Untersuchung keineswegs genügt, um über das Verhalten der Werkstoffe des Maschinenbaues genügende Auskunft zu geben. Die Werkstoffkunde muss ihre Prüfmethoden auf einer wesentlich weitern Basis aufbauen, wenn sie dem Konstrukteur einwandfreie Unterlagen geben soll. Bei den Mikroerscheinungen, die sehr oft bei der Zerstörung der Werkstoffe in Frage kommen, genügt es anderseits wiederum nicht, nur den rein chemischen Verlauf einer Zerstörung festzustellen, da man damit allein die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen nicht erklären kann. Dies ist erst möglich an Hand genauer Unterlagen über die Bildungsbedingungen, wie Reaktionsort usw.



Wenn auch diese wenigen Beispiele bei weitem nicht ausreichen, um auch nur einen kleinen Ueberblick über die moderne Werkstoffkunde zu geben, so mag daraus doch hervorgehen, dass die Beratung des Konstrukteurs durch den Werkstoff-Fachmann mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. Die Spezialgebiete der Werkstoffkunde sind derart weitläufig, dass der Konstrukteur nicht in der Lage ist, alle diese Einzelheiten zu beherrschen. Zum Schlusse erlaube ich mir, noch ein Schema zu zeigen, das einen Ueberblick über die geeignete Zusammenarbeit geben soll. Der Konstrukteur verfolgt mit einer Neukonstruktion einen bestimmten Konstruktionszweck. Dabei lehnt er sich an ein gegebenes Vorbild an oder er bringt eine gestaltende neue Idee. Daraus entsteht dann der Rohentwurf. Bereits jetzt haben die ersten Versuche und Beratungen des

Werkstoff-Fachmannes einzusetzen. Es müssen Mittel und Wege gesucht werden, um die Nennspannungen festzustellen und die Spannungsspitzen durch konstruktive Massnahmen abzubauen. Auf Grund dieser Feststellungen kann dann zur Werkstoffwahl geschritten werden, bei der auch die chemischen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen. Dann erfolgt die eigentliche Konstruktion. Je nach den Verhältnissen müssen während der Herstellung die Verfahren geändert werden oder nicht. Auch in diesem Zusammenhange muss der Werkstoff-Fachmann wieder herbeigezogen werden. Dann erfolgen endlich Zusammenbau und Abnahmeversuche mit der nötigen Bruchstatistik, um eventuelle Fehler bei Neukonstruktionen beheben zu können.

Der A.-G. Brown, Boveri verdanke ich bestens die Ueberlassung der Unterlagen zu meinen Bemerkungen. Die Untersuchungen wurden in den Laboratorien der genannten Gesellschaft ausgeführt.

Herr Dr. **W. Boller**, Referent: Durch seine interessanten Ausführungen hat Herr Dr. Stäger mein Referat in wertvoller Weise ergänzt, wofür ich ihm bestens danke.

Der **Vorsitzende**: Ich danke allen Diskussionsrednern bestens für ihre interessanten Beiträge. Infolge der vorgerückten Zeit muss ich leider die Diskussion abbrechen. Das Generalsekretariat nimmt aber nachträglich gerne weitere Aeusserungen zum Diskussionsthema entgegen und wird sie im Bericht über die Versammlung veröffentlichen.

Nachträglich ging zum Votum des Herrn Dr. de Senarclens folgende Aeusserung ein von

Herrn Dr. **H. Stäger**, Zürich: Ich möchte noch kurz auf die Diskussionsbemerkungen des Herrn Dr. de Senarclens zurückkommen. Um mich zuerst mit seinen Bemerkungen betreffend die Kunstharze zu befassen, möchte ich darauf hinweisen, dass ich im Jahre 1931 in den Helvetica Chimica Acta eine ausführliche Arbeit veröffentlicht habe, die aus den Laboratorien der A.-G. Brown, Boveri & Cie. hervorgegangen ist. An Hand einer grossen Zahl von Messungen der Dielektrizitätskonstanten und der dielektrischen Verluste verschiedener Phenol- und Kresolformaldehydharze konnte gezeigt werden, dass diese beiden Eigenschaften in erster Linie abhängig sind vom Phenolgehalt. Es ist also keineswegs verwunderlich, wenn Herr Dr. de Senarclens gefunden hat, dass trotz vorsichtigster Reinigung der von ihm verwendeten Phenolformaldehydkondensate das dielektrische Verhalten nicht beeinflusst worden ist. Die dielektrischen Eigenschaften stehen im Zusammenhang mit dem konstitutionellen Aufbau der Phenoplaste. Die reinen Phenolharze zeigen nach unsern Messungen ausgesprochenen Dipolcharakter und sind wohl weniger dazu geeignet, dreidimensionale Makromoleküle zu ergeben, was z. B. bei der Verwendung von Kresol der Fall ist. Bei den Phenolharzen ist der Dipolcharakter derartig ausgeprägt, dass damit zusammenhängend auch die dielektrischen Eigenschaften grundlegend beeinflusst werden. Es hat sich z. B. einwandfrei nachweisen lassen, dass bei einem Phenolgehalt von 30 bis 40 % der Durchgangswiderstand und die Dielektrizitätskonstante sowie die dielektrischen Verluste sprunghaft verändert werden. Es sind also nicht die eventuell noch vorhandenen Verunreinigungen, die die Ursache des dielektrischen Verhaltens sind, sondern es ist der durch den Phenolgehalt bedingte Bau der Moleküle, der ausschlaggebend ist. Bei der Verwendung von Kresol hat es sich weiter gezeigt, dass das dielektrische Verhalten abhängig ist vom Metakresolgehalt des Kresolgemisches. Auf diesem Wege war es denn auch möglich, dielektrisch hochwertige Kunstharze zu erzeugen, die gleichzeitig eine geringe Temperaturabhängigkeit der dielektrischen Verluste aufweisen. Solche Harze werden z. B. für dielektrisch hochwertige Fabrikate nach einem Spezialverfahren von der Micafil A.-G. in Zürich-Altstetten hergestellt.

Die chemische Analyse ist nicht in der Lage, über diese tiefern Zusammenhänge die nötigen Unterlagen zu vermitteln. Sie kann lediglich zur Ueberprüfung der Gleichmässigkeit der Fabrikate herbeigezogen werden. In dieser Hinsicht ist sie aber nach meiner Auffassung als wertvolle Ergänzung zu bezeichnen.

Die Erfahrung, die Herr Dr. de Senarclens bezüglich der Oellacke zur Imprägnierung gemacht hat, können wohl auch von anderer Seite bestätigt werden. Die richtige Begutachtung solcher Lacke ist vor allem eine Frage der geeigneten Prüfverfahren. Es ist ganz klar, dass die Trocknungs- und Filmbildungsverhältnisse auf einer metallischen Unterlage anders verlaufen können als auf einer saugfähigen Unterlage aus Faserstoffen. Die Resultate, die durch die verschiedenen Prüfmethoden erhalten werden, sind unter sich nicht ohne weiteres vergleichbar und sind für die Praxis oft gar nicht geeignet. Um in dieser Beziehung eine brauchbare Vergleichsbasis zu bekommen, hat der Schweizerische Verband für die Materialprüfungen der Technik Richtlinien herausgegeben, die auf Grund ausgedehnter Untersuchungen in verschiedenen Laboratorien ausgearbeitet worden sind.

Elektrotechnische Notizen von einer Studienreise nach dem Osten der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von *H. Wüger*, Kilchberg. 621.31(73)

(Fortsetzung von S. 263 und Schluss.)

XII. Elektrizitätswerkbetrieb und Energiewirtschaftliches.

A. Belastungsverlauf.

Die meisten Elektrizitätswerke haben noch eine ganz ausgesprochene Lichtspitze. Man hat sich bis jetzt noch wenig darum bemüht, den Belastungsverlauf im Sinne einer Ausgleichung zu beeinflussen. Wie schon bei den Anwendungen der Elektrizität gesagt wurde, sind z. B. die Heisswasserspeicher noch wenig verbreitet. In New York z. B. macht dafür das Laden der Akkumulatorenbatterien der zahlreichen Lastwagen einen namhaften Betrag aus und wirkt ausgleichend. Aber man fördert diesen Zweig nicht und so werden heute die Akkumulatorwagen mehr und mehr durch Benzinwagen verdrängt. Die elektrische Küche spielt noch eine untergeordnete Rolle. Da in den meisten Geschäften die englische Arbeitszeit eingeführt ist, so ist das Mittagsmahl kurz und weniger wichtig und die elektrische Küche wird den Belastungsverlauf nicht in so günstigem Sinne verändern wie bei uns, da die Zubereitung der Hauptmahlzeit auf den Abend fällt und damit, wenigstens teilweise, die Lichtspitze noch verschärft.

Fig. 60 und 61 zeigen als Beispiel den Belastungsverlauf der New York Edison Co. und des Toronto Hydro-Electric System. Lediglich interessehalber sei in Abb. 62 der Belastungsverlauf eines einzelnen Wolkenkratzers gezeigt. Ein sehr interessantes Beispiel der Beeinflussung des Belastungsverlaufes erzählte man mir in Philadelphia. Die Amerikaner sind bekanntlich sehr sportbegeistert. Es gibt fast

in jeder grösseren Stadt mehrere riesige Stadions (ca. 50 Stadions mit je über 20 000 Sitzplätzen, grösstes 125 000 Sitzplätze). Da sich aber bei grossen Wettkämpfen praktisch die ganze Bevölkerung samt $22{,}8 \cdot 10^6$ kWh, d. h. im Mittel ca. 224 kWh. Der grösste Bezug macht in dieser Klasse ca. 16 000 kWh aus. Der gesamte Energieumsatz in New York macht etwas mehr als $5 \cdot 10^9$ kWh aus, bei einer

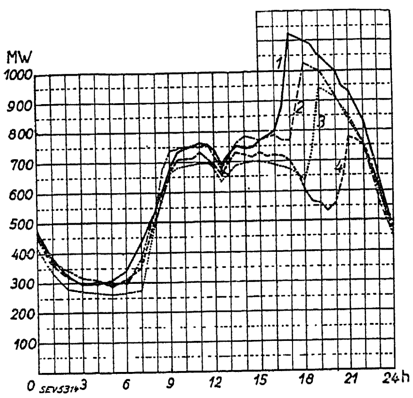


Fig. 60.
Belastungskurve New York.
New York: 7 346 000 Einwohner.
1 27. Dezember 1933 (Mi.).
2 11. Oktober 1933 (Mi.).
3 13. April 1933 (Do.).
4 13. Juli 1933 (Do.).*
* Sommerzeit.

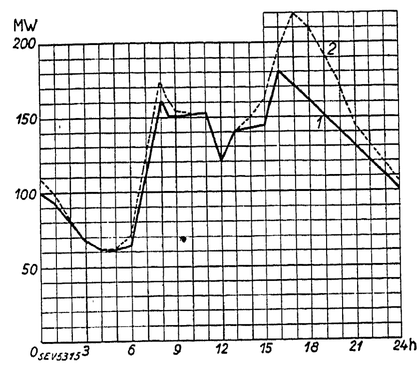


Fig. 61.
Belastungskurve Toronto (Hydro-Electric-System).
Toronto: 623 000 Einwohner.
1 21. März 1934.
2 Schätzung für Wintertag.

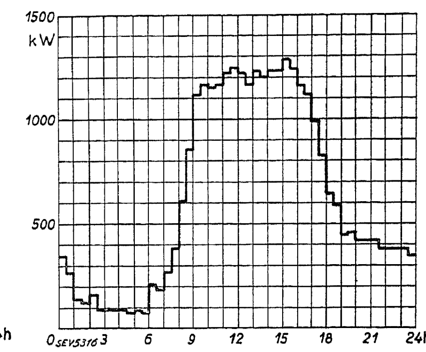


Fig. 62.
Belastungskurve für einen Wolkenkratzer (New York).
Regnerischer Oktobertag.

um den Ausgang des Spieles interessiert, macht die durch Radioapparate erzeugte Belastungsspitze in Philadelphia rund 30 000 kW aus. (Philadelphia ohne Vororte rund 2 000 000 Einwohner.)

B. Energieabsatzverhältnisse.

Ein recht eindrückliches Bild der Gegensätze in den Abnehmerkreisen gibt die Statistik der United Edison Comp. in New York.

Es sind bei dieser Gesellschaft z. B. 248 000 Kleinstbezüger angeschlossen. (Davon sind ständig ca. 10 % im Umzug begriffen.) Sie konsumieren im Jahr rund $8 \cdot 10^6$ kWh und bezahlen hiefür 537 000 $. Der *mittlere* Jahresverbrauch beträgt pro Abnehmer 32,6 kWh (mittlerer Preis 6,7 cts. entsprechend 20 bis 33 Rp./kWh, je nach Kurs).

103 000 gewerbetreibende Abnehmer, wovon 90% unter 10 kW Anschlusswert haben, beziehen insgesamt

Spitzenbelastung von etwa $1{,}1 \cdot 10^6$ kW (Gebrauchsdauer ca. 4500 h).

C. Energiewirtschaft.

Im Rahmen dieses Ueberblickes dürften auch einige Zahlen über die Gesamt-Energiewirtschaft angebracht sein. Im Jahre 1932 wurden in den USA total $76 \cdot 10^9$ kWh erzeugt[7]). Die gesamte installierte Leistung von rund $24 \cdot 10^6$ kW verteilt sich auf rund $11 \cdot 10^6$ kW in Wasserkraftanlagen und $12 \cdot 10^6$ kW in kalorischen Anlagen. Pro Einwohner werden rund 524 kWh/Jahr verbraucht. Die Zahl der Abnehmer beträgt rund 24 Millionen.

Man darf bei diesen Zahlen nicht vergessen, dass Amerika noch andere ergiebige Energiequellen besitzt, nämlich Kohle, Erdöl und Erdgas. Dabei ist

[7]) Vgl. pro 1935 Bull. SEV 1936, Nr. 10, S. 276.

Daten über die Gaswirtschaft. Tabelle II.

		Naturgas	Kunstgas	Total
Zahl der Abnehmer	rd.	5 500 000	9 700 000	15 200 000
Jahresproduktion	rd.	$24 \cdot 10^9$ m³	$9{,}6 \cdot 10^9$ m³	
	rd.	$19\ 8\,10^9$ m³ *)		
		$43\ 8\,10^9$ m³	$9{,}6 \cdot 10^9$ m³	$53{,}4 \cdot 10^9$ m³
Jahreserlös	rd.	305 000 000 $	380 000 000 $	
	rd.	35 000 000 $*)		
		340 000 000 $	380 000 000 $	720 000 000 $
Einheitspreis ca.		1,27 ct/m³	3,95 ct/m³	
		0,177 ct/m³*)		
Mittlere Preise		0,777 ct/m³	3,95	1,35 ct/m³
(wahrscheinlicher oberer) Heizwert		8900 bis 9800 kcal/m³	ca. 4800 bis 4900 kcal/m³	

*) Naturgas, das z. B. in den Oelfeldern zum Eigenbedarf verwendet wird.

es eigentlich verwunderlich, dass heute noch fast keine Dieselkraftwerke bestehen (wenigstens wurde mir nichts bekannt). Dafür spielt Benzin eine um so grössere Rolle im motorisierten Verkehr. Einer der wichtigsten Energieträger bildet das Gas, und zwar sowohl das künstliche Steinkohlengas als auch das Naturgas. In Tabelle II sind die wichtigsten Daten der Gasproduktion zusammengestellt.

Betrachtet man diese Zahlen, so fällt einem vor allem auf, dass Naturgas mit doppelt so hohem Heizwert nur halb so viel kostet wie das Kunstgas. Und da auch das Kunstgas relativ noch billiger ist als bei uns (ungefähr 12 bis 20 Rp./m^3), so ist es verständlich, dass die elektrische Küche vorläufig noch einen sehr schweren Stand hat. Da das Land über reiche Vorräte an Kohle und Oel verfügt, fallen auch alle volkswirtschaftlichen Bedenken gegen die ausgiebige Verwendung dieser Energiequellen dahin. Die aus Wasserkraft erzeugte elektrische Energie geniesst daher in keiner Weise eine Vorzugsstellung. Um so mehr muss der hohe Stand der elektrischen Geräte bewundert und anerkannt werden.

D. Stromart, Spannungen und Netzfrequenzen.

Die amerikanischen Netze haben sich infolge der meist sehr grossen Entfernungen in der Umgebung grösserer Städte und Industriezentralen zu mehr oder weniger selbständigen Gebilden entwickelt, die schon in ihren Grundelementen, Spannung und Frequenz, voneinander abweichen. Diese Unterschiede haben sich eigentlich erst von dem Moment an unangenehm bemerkbar gemacht, als es möglich und nötig wurde, grosse Netze zusammenzuschliessen (Höchstspannungsleitungen). Noch heute bestehen nebeneinander Netzgruppen mit

25 Per./s (ganz Canada,
ältere Anlagen im Staate New York,
Vollbahnen),
42 Per./s und
60 Per./s.

Für Bahnbetrieb soll 25 Per./s beibehalten werden. Für die Allgemeinverteilung dagegen sind 60 Per./s als normal vorgesehen. Das stete Nebeneinander verschiedener Frequenzen hat dazu geführt, dass sehr viele Maschinen so gebaut werden, dass sie wahlweise mit zwei Frequenzen betrieben werden können und dass recht viele Frequenz-Umformer aufgestellt wurden.

In Canada wird es praktisch nicht mehr möglich sein, die 25 Per./s auszumerzen. Was für ein gewaltiger Nachteil dies ist, kann man am besten daran ermessen, dass es bis heute noch nicht möglich ist, wirtschaftlich arbeitende Glühlampen zu bauen, deren Licht beim Betrieb mit dieser Frequenz nicht deutlich merkbar flackert. Ist man an unser ruhiges Licht gewöhnt, so kann man überhaupt nicht verstehen, dass sich ganze Landesgegenden mit diesem Geflacker begnügen müssen und können. Ich war auf meiner Reise jedesmal froh, wenn ich für die Nacht wieder in ein Gebiet höherer Frequenz entfliehen konnte. Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass z. B. in New York noch bedeutende Teile der Altstadt mit Gleichstrom versorgt sind.

E. Betriebsführung, Frequenzregelung.

Der Amerikaner legt höchstes Gewicht auf einen ungestörten Betrieb. Wie im Abschnitt über Schaltanlagen erwähnt wurde, zeigt sich das in einer äusserst reichlichen Bemessung aller Reserven, dann in sehr gut entwickelten Relaissystemen für selektiven Netzschutz.

Der Zusammenschluss ganzer Netzgruppen über lange Leitungen hat nun als neues Problem die Frequenzregulierung gebracht. Ein störungsfreier Betrieb war nur möglich bei sehr genauer Einhaltung der Frequenz. Daneben verlangte auch die weite Verbreitung der Synchronuhren gebieterisch eine Verbesserung der Frequenzhaltung. Die Regelung geschieht nun folgendermassen: Von einem als Frequenz-Generator dienenden Quarz-Kristall wird eine Frequenz von etwa 100 000 Hertz erzeugt. Wie aus der Radiotechnik bekannt ist, arbeiten diese Kristalle äusserst genau, so, dass die Frequenz auf weniger als 1 Millionstel-Sekunde genau konstant gehalten werden kann. Durch mehrere Umformungen wird daraus eine Frequenz von 60 Per./s erzeugt, die nun ebenfalls sehr genau ist. Diese «Normal-Frequenz» wird nun in die Kraftwerke übertragen und dort einerseits einem Synchronoskop, anderseits einem Umdrehungszähler (= Uhr) zugeführt. Beide Apparate sind gleichzeitig auch noch an die zu regulierende Netzfrequenz angeschlossen. Das Synchronoskop zeigt nun an, wie sich in jedem Moment die Netzfrequenz zur Normalfrequenz verhält, also ob diese momentan zu hoch oder zu niedrig ist. Der Umdrehungszähler jedoch zeigt an, wie viele Perioden das Netz der Normalfrequenz voraus- oder nacheilt. Man reguliert so, dass einerseits die Normalfrequenz möglichst genau innegehalten wird. Grosse Laständerungen können dann aber bewirken, dass vorübergehend eine Verschiebung um einige Perioden eintritt, dann wird durch zeitweises Ueber- oder Unterregulieren (Beschleunigen oder Verzögern) die Verschiebung auf Null reduziert.

Es leuchtet ohne weiteres ein, dass auf diese Weise eine Frequenzregelung erreicht wird, die einen absolut einwandfreien Synchronuhrenbetrieb ergibt [8]). Eine Erleichterung der Frequenzhaltung

[8]) Weicht die Frequenz im Tagesdurchschnitt nur um ¼ Periode von der Normalfrequenz ab, so macht das im Tag aus:

$$\frac{1}{50} \cdot \frac{1}{4} \, 60 \cdot 60 \cdot 24 = 432 \text{ s} \sim 7 \text{ min.}$$

Ein Fehler von einer Minute entsteht somit, wenn z. B. während 3½ h die Abweichung ¼ Per./s beträgt. Praktisch weicht die Frequenz vieler unserer Netze leider noch um Werte in dieser Grössenordnung von der Nennfrequenz ab, zeigen doch Synchronuhren in der Tat tägliche Abweichungen von einigen Minuten. Eine praktisch brauchbare Lösung kann auch so erzielt werden, dass an Stelle der durch Quarzkristall erzeugten Frequenz eine rein mechanisch arbeitende Präzisionsuhr mit einer am Netz angeschlossenen Synchronuhr verglichen wird (wird z. B. beim EWZ durchgeführt).

wird erstrebt durch eine andere Verteilung der Aufgaben an die verschiedenen Kraftwerke. Heute ist es allgemein gebräuchlich, dass ein Werk die Frequenzregelung übernimmt, während die andern Werke nach Fahrplan arbeiten. Es kann und wird auch in der Praxis oft eintreten, dass das Frequenz regulierende Werk weit weg liegt von dem Ort, der durch seine Leistungsschwankung eine Frequenzschwankung eingeleitet hat. Die Schwankungen machen sich dann auf dem ganzen langen Uebertragungskanal bemerkbar, wodurch sich natürlich die Schwierigkeiten eher vermehren (Spannungshaltung, Stabilität der Leitungen). Man versucht nun ein neues System, das so aufgebaut ist, dass dasjenige Werk die Laständerung und somit die Frequenzänderung aufzunehmen hat, in dessen Nähe die Lastschwankung eintritt.

Eine andere Methode arbeitet so, dass zwar in der Regel ein Werk alle Frequenzschwankungen ausgleicht; wenn aber die Verhältnisse auf den Uebertragungsleitungen kritisch werden, so blokkiert man die Regler dieses Werkes und die Regler der andern Werke haben selbsttätig einzugreifen.

Leider können bei uns solche Systeme nicht so leicht eingeführt werden, weil wir in erster Linie auf eine rationelle Ausnützung der Wasserkräfte tendieren müssen und deshalb die Frequenz- und Lastregelung den Hochdruckspeicherwerken, die aber gerade weit weg von den Konsumzentren liegen, überbinden müssen. Der Amerikaner ist in dieser Hinsicht freier, indem er die Frequenzregelung den kalorischen Anlagen überbinden kann, die dann auch in den Absatzzentren liegen.

XIII. Tarife.

Heute sind weitaus die meisten Tarife sogenannte Block-Tarife, und zwar wiederum vorwiegend Einfachtarife. Durch geschickte Wahl der Grösse der Blocks hat man es in der Hand, auch für elektrische Küchen und Warmwasserapparate günstige Preise zu erzielen (siehe z. B. Toronto). Die früher auch für Kleinbezüger fast ausschliesslich angewandten Grundgebührentarife sind zum Teil wieder verschwunden. Immerhin trifft man sie noch sehr oft. Als Berechnungsbasis für den Grundpreis kommen die verschiedensten Grössen vor, z. B. Raumzahl, Fläche der bewohnten Räume, Anschlusswert und Maximalleistung. Natürlich kommen auch eine grosse Zahl von Kombinationen vor. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, dass viele dieser Tarife recht willkürlich sind. Ihr komplizierter Aufbau erschwert das Verständnis und die Uebersicht weit mehr als bei unsern Tarifen.

Bei der Berechnung der Maximalleistung werden entweder feste Prozentsätze des Anschlusswertes angerechnet oder die Maximalleistung wird gemessen; dann wird meist mit dem *halb*stündigen Mittelwert gerechnet. Die Tabellen III bis V zeigen eine Auswahl von Tarifen. Zur Erläuterung sei auf einige Besonderheiten hingewiesen: In Baltimore sind die Energiepreise für verschiedene, ringförmig um den Stadtkern gelegte Zonen gestaffelt mit nach aussen zunehmenden Preisen.

Zahlreiche Werke behaften ihre Tarife mit einer Kohlenklausel, wobei der Energiepreis den Kohlenpreisbewegungen folgt. In Philadelphia wird die Kohlenklausel gerechterweise nur auf den in kalorischen Kraftwerken erzeugten Energieanteil jedes Abnehmers angewandt.

Die meisten Tarife sind kombiniert aus Grundpreis und Verkaufspreis. Wie die Tabellen zeigen, ist jedoch bei einigen Formen die Grundgebühr verkappt und steckt im Verbrauchspreis. Die Staffelung der Preise wird sowohl beim Verbrauchspreis als auch beim Grundpreis, zuweilen bei beiden zugleich, durchgeführt, also z. B. kleiner werdende Grundpreise mit steigender Leistung und gleichzeitig Mengenrabatte. Bei kleinen gewerblichen Betrieben werden die auftretenden Maximalleistungen nicht gemessen, sondern aus dem Anschlusswert an Hand feststehender Schlüssel berechnet oder auch nur geschätzt.

Einige Werke legen die Mengenstaffeln so fest, dass für gleiche Gebrauchsdauer der Maximalleistung gleiche Einheitspreise entstehen; die Staffel wird dann direkt durch die Stundenzahl charakterisiert, nämlich Anzahl kWh der Staffel $x =$ z. B. 100 Stunden $\times$ verrechnete Maximalleistung in kW.

Hinsichtlich der Preise fallen die verhältnismässig grossen Unterschiede z. B. zwischen Toronto und New York auf. In Toronto (Canada) ist das Elektrizitätswerk im Besitz der Stadt und die Energie wird vorwiegend aus sehr günstigen Wasserkraftanlagen bezogen (Niagara-Fälle). In den USA sind die Elektrizitätswerke fast überall in Privatbesitz, so auch in New York. Wie aus Fig. 63 und 64 ersichtlich ist, sind die New Yorker Tarife für die meisten Abnehmerklassen am höchsten im Vergleich zu den andern untersuchten Städten. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die New Yorker mit ihren Tarifen nicht mehr zufrieden sind und, wie neuesten Zeitungsmeldungen zu entnehmen war, beabsichtigt die Stadt New York ein eigenes grosses Elektrizitätswerk zu erstellen, um damit einen Einfluss auf die Tarifpolitik der privaten Werke auszuüben.

Um auch einen einigermassen vernünftigen Vergleich mit hiesigen Tarifen anstellen zu können, habe ich für einige typische Abnehmerkategorien berechnet, wieviel die bezogene Energie nach dem mir am geläufigsten Tarif der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) und nach den verschiedenen amerikanischen Tarifen gekostet hätte. Alle Werte sind auf Dollars gerechnet und die EKZ-Preise zu den zwei wichtigsten Kursen (1 $ = Fr. 3.06 und 1 $ = Fr. 5.18) umgerechnet (Fig. 63). Fig. 64 enthält die gleichen Werte, aber in der Weise, dass der zum Kurs von 3.06 gerechnete EKZ-Tarif = 100 % gesetzt wurde. Da inzwischen bei den EKZ ein Tarifabbau erfolgte, sind in Fig. 63 und 64 durch Pfeile die entsprechenden neuen Preise auch noch markiert. Man ersieht aus der Darstellung etwa folgendes:

Haushalttarife.

Tabelle III.

Ort	Verwendung	Grundgebühr: Basis und Staffel	Grundgebühr: Ansatz $/Monat	Verbrauchsgebühren: Mengen-Staffel	Preise pro kWh in Cent: Stadtkern	Preise pro kWh in Cent: Vorstadt	Preise pro kWh in Cent: Vorort	Rabatt: Art u. Staffel	Rabatt: Ansatz	Mindest-Rechnung $/Monat	Bemerkungen
Atlantic City 1 ~/Δ60 Per./s	Licht				9						
	Licht und Kochherd od. Eiskasten od. Ventilator	Anschluss	1,50	erste 50 kWh/M alle weitern	5 3					1,50	
	Licht und Kochherd u. Warmwasser	Anschluss	2,00	erste 50 kWh weitere 150 kWh alle mehr	5 3 2					2,00	
Baltimore (Md) 1 ~/Δ60 Per./s	Licht und Apparate und Wärme			50 kWh/M n. 175 kWh/M über 225 kWh/M	5,25 (5,0) 3,50 (3,36) 2,5 (2,4)	5,75 (5,5) 3,50 (3,36) 2,5 (2,4)	7,0 (6,7) 4,0 (3,84) 2,5 (2,4)	Bei prompter Zahlung gelten die Zahlen in Klammern		0,60	Anschlussw. < 15 kW oder Max. Leistung $P < 7{,}5$ kW
				$50 + \frac{P-7{,}5}{1{,}5} \cdot 10\,h = A_1$ $A_2 = 3^1/_2 \cdot A_1$ aber $175\,kWh \leq A_2 \leq 800\,kWh$ n. $A_3 \rangle A_2 + A_1$	5,25 (5,0) 3,5 (3,36) 2,5 (2,4)	5,75 (5,5) 3,5 (3,36) 2,5 (2,4)	7,0 (6,7) 4,0 (3,84) 2,5 (2,4)	Bei prompter Zahlung gelten die Zahlen in Klammern		0,60	Max. Leistung $P > 7{,}5$ kW
New York -1 ~/Δ 0/60 Per./s 120 V/120 V/ 208 V	Licht und Apparate incl. Wärme	Anschluss	1,00	10 kWh/M weitere 5 kWh/M mehr	0 6 5					1,00	Kohlenklausel
Philadelphia 1 ~/Δ60 Per./s 115 V/230 V	Licht, Wärme Apparate	Anschluss	0,75	10 kWh/M n. 40 kWh/M n. 150 kWh/M über 200 kWh/M	0 $5^1/_2$ 3 $2^1/_2$					0,75	
Providence (RI) Pawtucket 1 ~/Δ60 Per./s	Licht, Wärme Apparate	Wohnfläche	im Verbrauchspreis eingerechnet	$5\,kWh \cdot \frac{F}{18{,}58\,m^2}$ /M n. 100 kWh/M mehr	10 5 3					1,00	
Schenectady (NY) 1~/Δ60 Per./s	Licht, Wärme Apparate	Zimmerzahl 1...3 Zimmer	0,85	erste 30 kWh/M n. 170 kWh/M über 200 kWh/M	5,5 (5,0) 3,3 (3,0) 2,0 (2,0)			Bei prompter Zahlung gelten die Zahlen in Klammern		0,85 (0,75)	
		mehr als 3 Zimmer oder Weekendhäuser u. drgl.	1,10	erste 40 kWh/M n. 160 kWh/M über 200 kWh/M	5,5 (5,0) 3,3 (3,0) 2,0 (2,0)			Bei prompter Zahlung gelten die Zahlen in Klammern		1,10 (1,00)	
Toronto (Canada) (Städt. Werke) 1 ~/Δ25 Per./s 120 V	Licht, Wärme Apparate	Wohnfläche Je 9,29 m² Min. Max. 92,9 m² 278,7 m²	0,03	$3\,kWh \cdot \frac{F}{9{,}29\,m^2}$ /M mehr	2 1					0,75	

Abkürzungen: M = Monat. J = Jahr. P = Leistung. A = Arbeit. F = Fläche in m². n. = nächste. P_a = Anschlusswert.

Tarife für Handel und Gewerbe.

Tabelle IV.

Ort	Verwendung	Grundgebühr: Basis und Staffel	Grundgebühr: Ansatz	Verbrauchsgebühren: Mengen-Staffel	Preise pro kWh in Cent: Stadtkern	Preise pro kWh in Cent: Vorstadt	Preise pro kWh in Cent: Vorort	Rabatt: Art u. Staffel	Rabatt: Ansatz	Mindest-Rechnung	Bemerkungen
Baltimore (Md) 1 ~/△60 Per./s	Licht und Kraft	Leistung	wird im Verbrauchspreis verrechnet	P 40 h = A_1 aber mind. 50 kWh / M $A_2 = 3\frac{1}{2} A_1$ 175 kWh ≦ A_2 ≦ 800 kWh mehr kWh	5,25 (5,0) 3,5 (3,36) 2,5 (2,4)					60 c/M	für $P < 20$ kW
		Leistung	wird im Verbrauchspreis verrechnet	800 kWh + (P − 20 kW) · 26 h alle mehr	5,25 (5,0) 2,5 (2,4)					60 c/M	für 20 kW $< P <$ 40 kW
		Leistung	wird im Verbrauchspreis verrechnet	P · 33 h mehr	5,25 (5,0) 2,5 (2,4)					60 c/M	für $P > 40$ kW
New York (NY)	Licht und Kraft	Leistung unter 3 kW aus Anschluß-wert gesch. für P_a = 2..3 kW P = 50% v. P_a für P_a > 3 kW P = 70% v. P_a	1,00 $/kW M	10 kWh n. 40 kWh n. 4950 kWh über 5000 kWh	0 6 5 4					1,10 $/M	Kohlenklausel
Philadelphia 1 ~/△60 Per./s 115 V/230 V	Licht und Kraft und Haushalt mit Küchen	Leistung P bestimmt aus Anschlußwert P=70% Licht +40% Apparate +20% Küche +85% d. ersten 10 kW Motoren +55% Rest. Motoren	1,00 $/kW M	P · 10 h weitere P · 90 h mehr	0 5½ 2½			bis 10 $/M nächste 40 $/M weitere $	0 5% 10%	1 $ kW/M	0,60 $/M wenn Max. Zähler verlangt (Zählergebühr)
	Wärme				1					1 $/M	+ 0,50 $/M Zählergeb. Sperrzeit 1600 ... 2230
	Landwirtschaft (Farmer)	Leistung	wird im Verbrauchspreis verrechnet Min. 1 kW	P · 12 h 38 kWh + (P − 1 kW) · 12 h weitere kWh			8 5,5 3			1 $/M	
Schenectady 1 ~/△60 Per./s	Licht, Kraft	Leistung erste 5 n. 45 kW über 50 kW	2,7 $/kW M 2,05 $/kW M 1,54 $/kW M	erste 50 kWh/M n. 1 950 kWh/M n. 18 000 kWh/M über 20 000 kWh/M	6,3 (6,0) 3,0 (3,0) 1,5 (1,5) 1,0 (1,0)					Grundpreis/M	für gute Gebrauchsdauer
	Licht, Kraft			erste 100 kWh/M n. 200 kWh/M n. 300 kWh/M n. 900 kWh/M n. 1500 kWh/M n. 2000 kWh/M mehr	8,8 (8,0) 7,3 (7,0) 6,1 (6,0) 5,1 (5,1) 4,1 (4,0) 3,1 (3,0) 2,5 (2,5)					△ 2 $/M 1 ~ 0,75 $/M	für schlechte Gebrauchsdauer
Toronto (Städt. Werke) 1 ~ △ 25 Per./s 120 V	Licht, Kraft			P_a × 70 h n. P_a × 70 h mehr	4 2 1			Prompte Zahlung	10%	0,75 $ × P_a	

Abkürzungen: M = Monat. J = Jahr. P = Leistung. A = Arbeit. F = Fläche in m². n. = nächste. P_a = Anschlusswert.

Tarife für Grossbezüger und Industrie. Tabelle V.

Ort	Verwendung	Grundgebühr: Basis und Staffel	Grundgebühr: Ansatz	Verbrauchsgebühren: Mengen-Staffel	Preise pro kWh: Stadtkern	Preise pro kWh: Vorstadt	Preise pro kWh: Vorort	Rabatt: Art u. Staffel	Rabatt: Ansatz	Mindest-Rechnung	Bemerkungen
Baltimore △ 60 Per./s	Industrie (Nieder-spannung)	Leistung	2 $/kW M (Min. 15 kW)	erste 500 kWh/M n. 4 500 kWh/M n. 95 000 kWh/M über 100 000 kWh/M	3,5 c 2,0 c 1,1 c 0,9 c					30 $	Kohlenklausel
	Industrie (4000 V)	Leistung	1,50 $/kW M Min. 300 $ (200 kW)	erste 200 000 kWh/M n. 300 000 kWh/M n. 500 000 kWh/M über 1 000 000 kWh/M	1 c 0,9 c 0,8 c 0,7 c					300 $	Kohlenklausel
	Industrie (13200 V)	Leistung erste 10 000 kW n. kW	1,35 $/kW M 1,05 $ kW M Min. 270 $ (200 kW)	erste 200 000 kWh/M n. 300 000 kWh/M n. 500 000 kWh/M n. 500 000 kWh/M n. 2 500 000 kWh/M über 4 000 000 kWh/M	0,9 c 0,8 c 0,7 c 0,6 c 0,5 c 0,4 c						Kohlenklausel
New York △ 60 Per./s 120 V/208 V	Niederspannung: Handel, Gewerbe, Industrie			erste 75 000 kWh/J n. 100 000 kWh/J n. 150 000 kWh/J n. 775 000 kWh/J über 1 100 000 kWh/J	5 c 4 c 3 c 2½ c 2 c						
	Akkumulatoren Kühlanlagen Eisfabriken			erste 2 500 kWh/M n. 2 500 kWh/M n. 5 000 kWh/M n. 20 000 kWh/M n. 20 000 kWh/M über 50 000 kWh/M	5 c 4 c 3 c 2,5 c 2,25 c 2 c						
	Fabriken (Hochspannungs-anschluß)	Leistung je zwischen 1600 u. 2100 vom Nov. bis Febr. And. Zeiten wenn $P_2 > P_1$ für $P_2 - P_1$	20 $/kW J (Min. 200 kW) 10 $/kW J		1,25 c						
	Fabriken Hochspann.	Leistung erste 200 kW über 200 kW	24 $/kW J } Min. 20 $/kW J } 200 kW	erste 1 × 10⁶ kWh/J n. 1 × 10⁶ kWh/J	1 c 0,9 c						
	Fabriken Niederspann.	erste 200 kW über 200 kW	27 $/kW J } Min. 22,60 $/kW J } 200 kW	n. 1 × 10⁶ kWh/J über 3 × 10⁶ kWh/J	0,8 c 0,75 c						
Philadelphia △ 60 Per./s	Großbezüger 2300 V/4000 V	Leistung P erste 25 kW n. 75 kW mehr kW P = 85 % der ersten 10 kW Anschlussw. für Motoren + 55 % des Anschlussw. der kW aller weitern Motoren + 70 % des Anschlussw. der kW für Licht	2,5 $/kW M 2,0 $/kW M 1,75 $/kW M	erste 1 000 kWh/M n. 2 500 kWh/M n. 6 500 kWh/M über 10 000 kWh/M	4 c 3 c 1 c 0,9 c					66 % der Grundgebühr für 100 % Anschlusswert	Kohlenklausel für kalorisch erzeugten Energieanteil
	Großbezüger 2300 V/4000 V	Leistung erste 50 kW n. 150 kW über 200 kW	2,50 $/kW M 1,40 $/kW M 1,25 $/kW M	erste 2000 kWh/M n. 3000 kWh/M n. 100 h × P n. 200 h × P mehr	2,5 c 1,5 c 0,8 c 0,6 c 0,5 c					P · 100 h × kWh-Preis + Grundpreis für P	Kohlenklausel für kalorisch erzeugten Energieanteil
	Großbezüger 13200 V	Leistung erste 100 kW n. 100 kW über 200 kW	2 $/kW M 1,55 $/kW M 1,25 $/kW M	erste 1000 kWh/M n. 4000 kWh/M n. 100 h × P n. 360 h × P mehr	2 c 1,5 c 0,8 c 0,6 c 0,4 c					P · 100 h × kWh-Preis + Grundpreis für P	Kohlenklausel für kalorisch erzeugten Energieanteil
Toronto △ 25 Per./s	Kraft und Licht	Leistung erste 7,5 kW n. kW	1,67 $/kW M 1,34 $/kW M	50 h × P n. 50 h × P mehr	1,5 c 0,75 c 0,33 c			Prompte Zahlung	10 %		

Abkürzungen: M = Monat. J = Jahr. P = Leistung. A = Arbeit. n = nächste.

1. Für kleine Haushaltungen, die nur wenig Lichtenergie konsumieren, sind die amerikanischen Tarife günstiger. Nur Toronto fällt infolge eines relativ hohen Grundpreises aus dem Rahmen.

2. Elektrische Küche und elektrische Warmwasserbereitung ist nur in Toronto und eventuell noch in Philadelphia erschwinglich, jedoch auch hier wegen der niedrigen Gaspreise noch kaum konkurrenzfähig.

3. Gewerbliche Betriebe und kleinere Fabriken zahlten 1934 in Baltimore und in Toronto niedrigere Preise wie bei uns, in den andern Städten aber

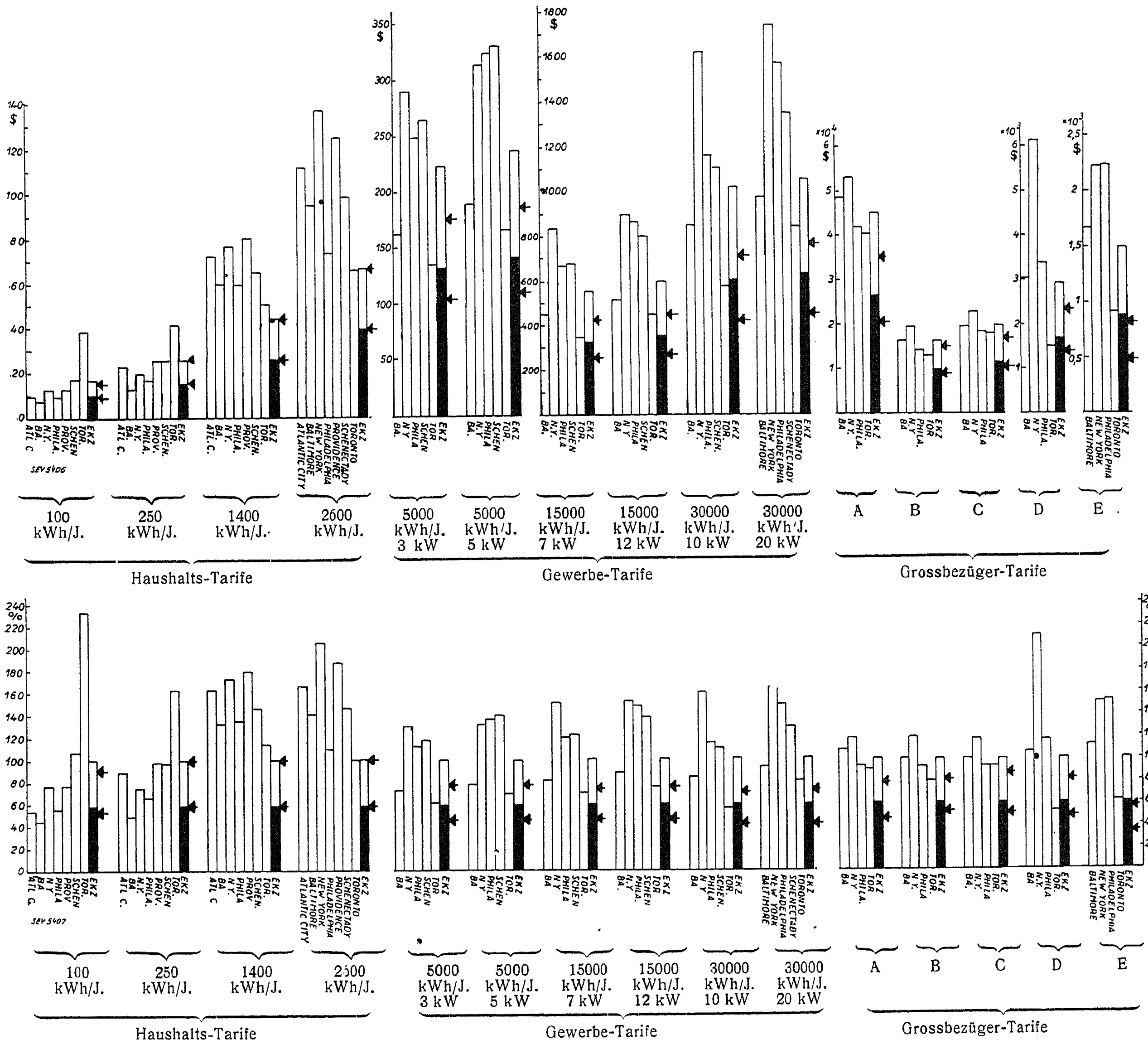


Fig. 63 (oben) und 64 (unten).

Vergleich der Energiekosten einiger typischer Bezüger bei Verrechnung der Energie nach EKZ-Tarif und nach verschiedenen amerikanischen Tarifen.

Grundlage des Vergleichs:

EKZ-Tarif 1934 {Kurs 1 \$ = 3,06 Fr. = oberes Ende der weissen Säule (für untere Fig. = 100 %).
{Kurs 1 \$ = 5,18 Fr. = oberes Ende der schwarzen Säule (für untere Fig. = 59 %).

EKZ-Tarif 1935 {Kurs 1 \$ = 3,06 Fr. = oberer Pfeil.
{Kurs 1 \$ = 5,18 Fr. = unterer Pfeil.

Haushalt-Bezüger:

100 kWh/Jahr: Kleiner Haushalt, vorwiegend Licht.
250 kWh/Jahr: Mittlerer Haushalt, vorwiegend Licht.
1600 kWh/Jahr: Haushalt mit elektrischer Küche, ohne Heisswasserspeicher.
2600 kWh/Jahr: Haushalt mit elektrischer Küche und mit Heisswasserspeicher.

Gewerbe-Bezüger:

Jährl. Abnahme	Max. Leistung od. Anschlusswert
kWh	kW
5 000	3
5 000	5
15 000	7
15 000	12
30 000	10
30 000	20

Grossbezüger:
(Industrie)

Bezüger	Jährlicher Energiebezug	Maximal-Leistung	Benützungsdauer
	kWh	kW	h
A	3 300 000	1165	2830
B	1 193 500	352	3390
C	1 127 400	567	1990
D	135 000	40	3880
E	44 970	28	1610

Tabelle über Gastarife (Kunstgas).

Tabelle VI.

Ort	Verwendung	Verbrauchs-Preis: Staffel	Verbrauchs-Preis: ohne Rabatt	Verbrauchs-Preis: mit Rabatt	Grundpreis: Staffel	Grundpreis: Preis
Baltimore	Kochherd u. Warmwasser	113 m^3/M 566 „ mehr	3,36 c/m^3 2,66 „ 2,32 „	3,01 c/m^3 2,30 „ 1,97 „		
	Heizung	113 m^3/M 280 „ mehr	3,36 c m^3 2,66 „ 1,05 „	3,01 c/m^3 2,30 „ 1,59 „		
New York	Allgemein	erste 2832 m^3/M n. 5663 „ n. 8495 „ n. 11327 „ über 28320 „	4,06 c/m^3 3,89 „ 3,71 „ 3,54 „ 3,36 „			
	Heizung	alle	0,234 c/m^3		erste 566 m^3 des grössten 24 h Verbrauches Nov. – April	für je 2,83 m^3 des max. Verbrauches 1,25 $/Monat
					n. 5097 m^3 des grössten 24 h-Verbrauches	für je 2,83 m^3 des max. Verbrauches 1,00 $/M
					für alle m^3 über 5663 m^3	für je 2,83 m^3 des max. Verbrauches 0,80 $/M
Providence	Haushalt Heizung		5,10 c/m^3 2,55 „			
Schenectady	Haushalt	erste 17 m^3/M n. 62 „ n. 62 „ n. 93 „ über 235 „	0,85 $ 4,35 c/m^3 3,82 „ 3,00 „ 1,85 „	0,75 $ 4,1 c/m^3 3,57 „ 2,76 „ 1,80 „		
	Gewerbe	erste 17 m^3/M n. 186 „ n. 552 „ n. 1529 „ n. 7646 „ n. 32000 „ n. 42000 „ über 80000 „	0,85 $ 4,35 c/m^3 3,42 „ 2,83 „ 2,37 „ 2,08 „ 1,84 „ 1,55 „	0,75 $ 4,06 c/m^3 3,32 „ 2,76 „ 2,30 „ 2,05 „ 1,80 „ 1,52 „		

Abkürzungen: M = Monat. n. = nächste.

wesentlich mehr. Die neuen EKZ-Preise liegen ähnlich wie diejenigen von Baltimore und Toronto.

4. Grossbezügertarife zeigen eine verblüffend gute Uebereinstimmung unter sich als auch mit den EKZ-Tarifen. Für kleinere Betriebe, die mehr gewerbeähnlich sind, treten die unter 3 erwähnten Verhältnisse wieder in Erscheinung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die EKZ-Tarife noch beim heutigen Kurs meistens niedriger und beim alten Kurs (5.18) in der überwiegend grossen Zahl der Fälle ganz bedeutend billiger sind als die untersuchten amerikanischen Tarife. Nach dem Tarifabbau 1935 sind die EKZ-Tarife fast auf der ganzen Linie günstiger als die im Jahre 1934 in den USA gültigen Tarife.

Vollständigkeitshalber und zum Vergleich sind in Tab. VI noch einige Tarife für Gas aufgeführt, wobei besonders ein New Yorker Heiztarif auffällt, der mit einem aus der Maximalleistung berechneten Grundpreis ausgerüstet ist.

XIV. Nachrichtentechnik.

Ueber dieses Gebiet wäre natürlich sehr viel zu berichten; doch befasste ich mich zu wenig eingehend damit. Ich will daher ganz laienhaft einige beim Vorbeigehen erkannte Besonderheiten erwähnen.

Der Telegraph, das älteste Nachrichtenmittel, hat in Amerika noch grössere Bedeutung als bei uns. Er tritt auch deshalb mehr in Erscheinung, weil er durch zwei private Gesellschaften betrieben wird, die sich gegenseitig konkurrenzieren und riesige Summen für Werbung ausgeben. Daneben aber gewinnt das Telephon, das auch durch private Gesellschaften betrieben wird, mehr und mehr an Bedeutung. In den grossen Städten ist die Automatisierung schon ziemlich weit fortgeschritten.

Fast überflüssig ist es zu sagen, dass das Radio eine ganz ungeheure Verbreitung hat. Dabei sind auch die Sendestationen rein private Unternehmungen. Die Finanzierung geschieht durch alle mög-

lichen Firmen, für die der Sender dann in mehr oder minder diskreter Art Reklame zu machen hat. Die G. E. Co. z. B. unterhält eine eigene Sende-

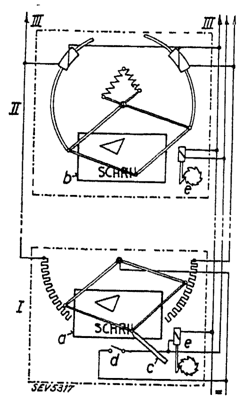


Fig. 65.

Prinzip des Fern-Schreib- und -Zeichenapparates.

a Schreibfläche des Gebers.
b Schreibfläche des Empfängers.
c Schreibstift.
d Kontakt für Papiervorschub.
e Mechanismus f. Papiervorschub.
I Geber.
II Empfänger.
III Zu den andern Empfängern.

station, wobei sie mehr durch eine gute Programmwahl als durch Anzeigen selbst Reklame macht.

Schliesslich sei noch ein Nachrichtenmittel erwähnt, das sich für Uebermittlung von Meldungen innerhalb eines Geschäftes oder einer Verwaltungsabteilung sehr grosser Beliebtheit erfreut. Es ist dies eine Fern-Schreib- und -Zeichen-Einrichtung. Eine Meldung, sei es Schrift oder Zeichnung, wird handschriftlich auf das im Geberapparat abrollende Papier geschrieben. Die Schrift oder Zeichnung erscheint vollständig längen- und winkeltreu an allen parallel geschalteten Empfängerapparaten. Die Einrichtung besitzt den Vorteil, dass eine Meldung auch dann abgegeben werden kann, wenn am Empfangsort vorübergehend niemand anwesend ist (Anwendungen: Polizei, Feuerwehr, Hotelbetriebe, Elektrizitätswerke: Schaltaufträge mit Skizzen). Der Aufbau dieser Fernschreiber ist prinzipiell sehr einfach (Fig. 65).

Damit schliesse ich meinen kaleidoskopartigen Bericht und hoffe, dass er dem einen und andern etwas Neues vermitteln konnte.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika.

Von *A. G. Arnold,* Berlin.

621.311(73)

Die jetzige Lage der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft sowie ihre Entwicklung im Laufe der letzten Jahre wird im Lichte der Statistik dargestellt.

L'auteur expose, à la lumière des statistiques, la situation actuelle de l'économie électrique aux Etats-Unis, ainsi que son évolution au cours des dernières années.

I. Allgemeines.

Die amerikanischen Elektrizitätsgesellschaften, welche Energie an Dritte abgeben, sind überwiegend im Besitz des Privatkapitals. Sie wurden vielfach in anderen Ländern als Musterbeispiel hingestellt, zeigen aber schon lange scharfe Gegensätze, die durch die jahrelange Depression sichtbar geworden sind. Eingeweihte deuteten die «Public Ownership» (im Grossen betriebener Aktien- und Obligationenverkauf an die Abnehmer) als bewusste Abwehrmassnahme der privaten Elektrizitätsverwaltungen gegen den bevorstehenden Kampf um die Verstaatlichung. Ferner war seit vielen Jahren der Zwiespalt zwischen privaten und kommunalen Werken bekannt, der in einer Reihe von Städten sogar zu einer Energielieferung von Werken beider Art führte. In den letzten Jahren trat hierzu die überstaatliche Kontrolle und sogar staatliche Energielieferungskonkurrenz.

Schon im Jahre 1920 hatte der Kongress im «Federal Water Power Act» (Wasserkraftgesetz) eine Landesaufnahme der Energiequellen und deren Ausnützung beschlossen. Weder die Mittel wurden aber damals bewilligt, noch wurden die Kompetenzfragen geregelt; erst Präsident Roosevelt holte das im August 1933 auf dem Verordnungswege nach. Im Frühjahr 1935 kam nun der erste Bericht über die amerikanische Energieversorgung (National Power Survey) heraus. Die Erkenntnis, dass die Elektrizitätswirtschaft den Wohlstand der Landwirtschaft und der Industrie, des Haushalts und des Verkehrs zu fördern vermag und dass im Krieg die Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft der Nation stark vom Stand der Energieversorgung abhängt, hat diese grosse Arbeit ermöglicht.

Dieser Bericht erfasst die Werke mit über 25 Millionen kWh Jahresumsatz, also 93 % des Umsatzes aller Werke und 91 % der gesamten installierten Leistung.

II. Energieerzeugung und Leistungsfähigkeit der Werke.

Die Unterteilung in die beiden Energiequellen Wasser und Brennstoffe gibt Fig. 1, wo auch der

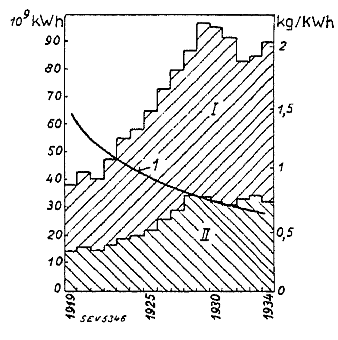


Fig. 1.
Thermische (*I*) und hydraulische (*II*) Energieerzeugung.
Kurve *1*: Spezifischer Verbrauch der thermischen Werke an Kohle (7200 kcal/kg) in kg/kWh.

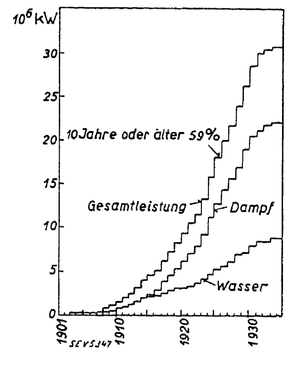


Fig. 2.
Installierte Leistung der Werke für Allgemeinversorgung und ihr Alter.

durchschnittliche spezifische Verbrauch an Kohle für die Energieerzeugung (kg/kWh) eingetragen ist. Der Wiederanstieg der Energieerzeugung nach dem Tiefstand von 1932 ist erkennbar. Fig. 2 zeigt

die installierte Leistung der Kraftwerke. In den thermischen Werken sind rund 22 Millionen kW installiert, gegen nicht ganz 9 Millionen kW in Wasserkraftwerken.

Fig. 3 und 4 zeigen das Alter der in Betrieb stehenden Maschinen, unterteilt nach Wasser- und Wärmekraft. Thermische Maschinensätze von zusammen etwa 2 500 000 kW (11 % aller vorhandenen) sind über 20 Jahre alt, also überaltert; ihr thermodynamischer Wirkungsgrad liegt unter 14 % (überwiegend kleinere Maschinen). 9 % der Wasserkraftmaschinen sind über 25 Jahre alt. Aus dem Alter der hydraulischen Anlagen folgt zunächst

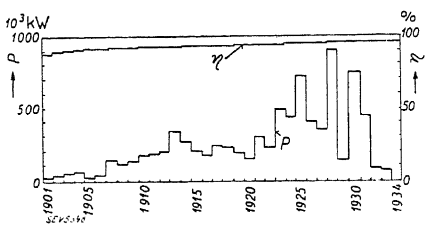


Fig. 3.
Wasserturbinen.

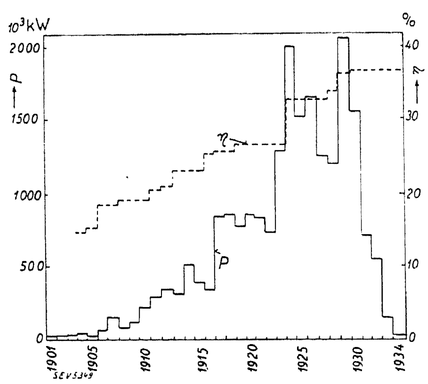


Fig. 4.
Dampfanlagen.

Fig. 3 (oben) und Fig. 4 (unten).
Alter und höchste Wirkungsgrade der installierten Maschinen der öffentlichen Werke.
Die Treppenstufen geben an, wieviel Leistung im Jahr installiert wurde und wie gross der höchst erreichte Wirkungsgrad war.

keine Ueberalterung und damit Erneuerungsnotwendigkeit wie bei Wärmekraftanlagen. Immerhin können die Unterhaltskosten (Korrosion, Erosion) so hoch werden, dass sich eine Neuanlage mit zugleich erhöhtem Wirkungsgrad und Leistung im selben Raume lohnt.

Der Anteil der kommunalen Werke an der Gesamtversorgung.
Tabelle I.

Jahr	Zahl der Werke % aller Werke	Kraftwerksleistung %	Abnehmer %	kWh-Abgabe %	Gesamtzahl aller Werke (100 %)
1902	22,5	9,4	—	7,8	3620
1912	29,9	7,7	13,7	4,6	5221
1917	35,4	6,5	13,6	4,0	6542
1922	40,6	6,3	12,9	4,9	6355
1929	48,6	—	—	2,0	—
1932	52,0	—	—	2,5	3429
1934	52,0	5,9	—	2,3	—

Der geringe Einfluss der kommunalen Werke geht aus Tabelle I hervor. Diese Werke decken nur 2 bis 3 % der Gesamtabgabe, während ihre Leistung etwa 6 % der installierten Gesamtleistung ausmacht. Da ihre Zahl gross ist (etwa 50 %), folgt, dass es sich meist um kleine Werke mit geringer Benutzungsdauer handelt.

Die Gesamtzahl der Werke ist wie in anderen Ländern im Rückgang (vgl. Tab. I). Sie betrug Anfang 1935 3451 Werke, wovon 1627 private und 1824 kommunale, bzw. staatliche Werke sind. Ihre Entwicklung gibt Tabelle I.

III. Die Verbundwirtschaft.

Die grossen Verbrauchszentren elektrischer Energie kennen nur in sehr geringem Umfange Austauschenergie. Zwischen Ost und West der USA existiert keine Kraftübertragung, weil eine solche mit heutigen technischen Mitteln eine wirtschaftliche Unmöglichkeit wäre. Nicht einmal findet Energieaustausch an der Westküste zwischen Kalifornien und dem Staate Washington statt. Einige bedeutende Grosskraftübertragungen seien erwähnt (Drehstrom):

1. Boulder Dam — Los Angeles, 285 kV, 380 km.
2. Big Creek — Los Angeles, 220 kV, 400 km.
3. Pit River — San Francisco und Fresno, 220 kV, 400 km (Pacific Gas & Electric Co.).
4. Das 220-kV-Netz von Philadelphia und Umgebung bis Nord New Jersey, das die Bennings-Westport-Dampfkraftwerke mit den Wasserkraftwerken Conowingo und Wallenpaupack verbindet, 470 km.
5. Wasserkraftwerk Comerford (15-Meilen-Fälle) bis Boston, 220 kV, 220 km (New England Power Co.).

Der Austausch der Energie zwischen den einzelnen Staaten ergab, dass Ausfuhr und Einfuhr sich um 19 % bewegen und dazu noch stark örtlich begrenzt sind, wenn auch als einziger der Staat Mississippi mehr als das Neunfache seiner Erzeugung einführt.

IV. Der Energieverbrauch.

1. Haushaltenergieverbrauch.

Der Elektrifizierungsgrad der Haushaltungen (Verhältnis der angeschlossenen zu den vorhandenen) ergibt sich aus Fig. 5 (nach L. R. Nash) zu rund 75 %. Man rechnete für 1934 mit einer Abnahme von rund 11 Milliarden kWh in den 215 Werksgruppen des National Power Survey (über 400 Werke), 12,8 Milliarden kWh geschätzt von Electrical World, Bd. 105, S. 43. Fig. 6 gibt über die Entwicklung des Haushaltenergieverbrauchs Aufschluss. Auch der mittlere Energiepreis ist darin angegeben. Der heutige mittlere Haushaltenergieverbrauch ist sicher nicht hoch, da die Millionen von Kleinstabnehmern wegen ihrer Armut auf das äusserste sparen. Trotzdem werden im Landesdurchschnitt jährlich etwa 600 kWh erreicht, da die Grosswohnungen (etwa 20 % aller Wohnungen)

über 40 % der Gesamtenergieabnahme verbrauchen, denn ihre Besitzer sind immer noch wohlhabend.

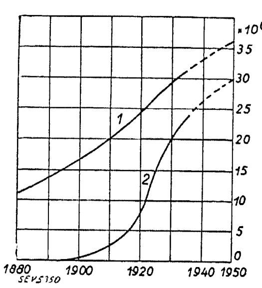


Fig. 5.
Elektrifizierung der Haushaltungen.
1 Zahl der vorhandenen Familien.
2 Zahl der Haushaltabonnenten.

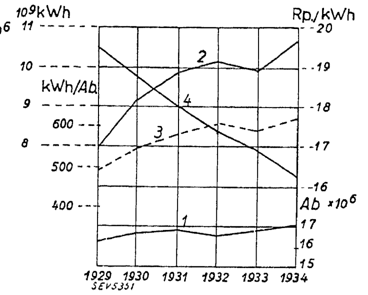


Fig. 6.
Haushaltenergieverbrauch.
1 Abnehmer (Ab. × 10⁶).
2 Gesamtabnahme (10⁹ kWh).
3 Durchschnittlicher Verbrauch pro Abnehmer (kWh/Ab.).
4 Energiepreis (Rp./kWh).

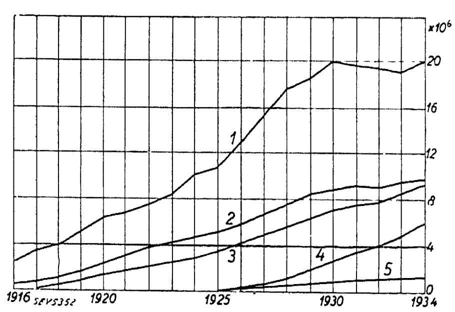
Tabelle II gibt über die Herde, Kühlschränke, Heisswasserspeicher und andere Apparate nach (unkontrollierbaren) Angaben der Fabrikanten Aufschluss.

Anschlusswerte der seit 1929 in Betrieb genommenen Haushaltgeräte.

Tabelle II.

Geräte	1930 kW	1931 kW	1932 kW	1933 kW	1934 kW
Kochherde . .	1 472 000	829 500	481 000	388 200	1 029 100
Kühlschränke .	174 500	213 500	173 300	240 000	316 000
Heisswasserspeicher . . .	107 500	67 000	30 000	50 000	103 800
Verschiedene Geräte . . .	5 016 000	4 865 000	3 500 700	4 731 800	5 151 100
Total	6 870 000	5 975 000	4 185 000	5 410 000	6 600 000
Geschätzte Abnahme in 10^6 kWh . .	1 825	1 735	1 245	1 560	2 200

Fig. 7 zeigt die Anzahl der im Gebrauch befindlichen Geräte. Der Sättigungsgrad ist im Vergleich mit den in anderen Ländern erreichten Zahlen als mittelmässig zu bezeichnen. Die Heisswasserspeicher sind überhaupt noch nicht aufgeführt.



1 Bügeleisen.
2 Staubsauger.
3 Waschmaschinen.
4 Kühlschränke.
5 Kochherde.

Fig. 7.
Zahl der Haushaltapparate.
(Aus Electr. Wld., 25. Mai 1935, S. 1297.)

Das Edison Electric Institute schätzt nach W. M. Carpenter, dass 1934 über 200 000 Heisswasserspeicher in Gebrauch waren (nicht 300 000, wie eine andere amerikanische Quelle angibt).

2. Die Landwirtschaft.

Der erreichte Elektrifizierungsgrad der Landwirtschaft ist rund 12 %, also, am Elektrifizierungsgrad anderer Länder gemessen, sehr gering. Die grossen Entfernungen und die Siedlungsart, verbunden mit der sehr geringen Benutzungsdauer und hohen Kapitalanlage (1,3 Gehöfte pro km Leitung, von denen nur 60 % im Eigenbesitz sind), hemmten die Entwicklung ausserordentlich. Tabelle III gibt einen Ueberblick über diese Entwicklung.

Elektrifizierung der Landwirtschaft.

Tabelle II.

Jahr	Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe	Elektrifizierte landwirtschaftliche Betriebe (31. 12. 34)	% der Gesamtzahl
1900	5 737 372	—	—
1925	6 371 640	246 150	3,9
1930	6 288 648	649 919	10,4
1934	—	731 675	11,6

Die Gesamtenergieabgabe für die Landwirtschaft hat 1,8 Milliarden kWh (1931) auch heute noch nicht überschritten.

3. Geschäfts- und Gewerbe-Energie.

Es handelt sich um rund 3 700 000 Abnehmer, deren Verbrauch pro 1934 etwa 13 Milliarden kWh betrug. Die National Power Survey gibt für 215 Verwaltungen für 1933 9,7 Milliarden kWh an. Der mittlere Energiepreis im Jahr 1934 lag bei 12 Rp./kWh [1]). Die Geschäfte, Bureaux usw. sind eine Uebergangsgruppe vom Kleinabnehmer zum Grossabnehmer. In einer Reihe von Ländern wenden viele Werke für Gewerbelicht die gleichen Tarife an wie für Haushaltungen. In den USA findet man bei den grossen Werken überwiegend getrennte Tarife, woraus sich der mittlere, angegebene, niedrige Strompreis wenigstens z. T. erklärt.

4. Die Industrie- und Grossabnehmer.

Die 600 000 Abnehmer — nach den Angaben der Federal Power Commission 525 000 Industrieabnehmer — bezogen im Jahre 1934 rund 37 Milliarden kWh. Der mittlere Energiepreis betrug 4,2 Rp./kWh, ein Satz, der durch seine Billigkeit überrascht. Um Vergleiche mit anderen Ländern anzustellen, wären aber eine Reihe von Gesichtspunkten wie Kaufkraft (Grosshandelsindex, Lebenshaltungsindex), Benutzungsdauer usw. einzubeziehen, was natürlich auch für alle anderen Energiepreise gilt.

5. Der Verkehr.

Die Bahnen haben einen Gesamtverbrauch von rund 5 Milliarden kWh bei einem mittleren Energiepreis (1934) von 2,85 Rp./kWh.

Die Verteilung des Energieverbrauchs und der Einnahmen der Werke für Energieabgabe an Dritte betrug 1934:

[1]) 1 Dollar = Fr. 3.10.

	Energieabgabe %	Einnahmen %
Haushaltungen	18	37
Geschäfts- und Gewerbestrom	18	28
Grossabnehmer	53	27
Verkehr	7	2
Oeffentliche Beleuchtung und Verschiedenes	4	6

V. Die Energieverbrauchs-Werbung.

Die amerikanische Energieversorgung hat sich ein grosses Verdienst erworben. Von ihr stammt m. W. die länderumfassende, objektive Werbung, und sie hat diese zugleich auf eine solche Höhe geführt, dass sie in vielen Ländern nachgeahmt wurde. Die starke Verflechtung der elektrotechnischen Industrie mit den grossen (z. B. alle «Edison»-Elektrizitätsgesellschaften) und auch vielen kleineren Werken ebnete allerdings die Wege in hervorragender Weise. Dass sich ferner die Fabrikanten der Glühlampen in den «National Lamp Works» frühzeitig geeinigt hatten, machte die Bahn für den lichtwirtschaftlichen Plan von S. E. Doane frei. Heute heisst das amerikanische Losungswort der Lichtwerbung: «Better light — better sight» (besseres Licht — bessere Sicht). Das Ergebnis ist, dass in Amerika pro Kopf und Jahr ein Mehrfaches an Lampen verbraucht wird als in anderen Ländern.

Aus der «Wissenschaft des Sehens» wurde eine objektive Werbung unter Beteiligung aller Interessierten zum «Vorteil der Verbraucher» entwikkelt. Sie fusst auf dem Demonstrationsvortrag, unterstützt durch Ausstellungsräume und Lichthäuser.

Aber die Werbung für alle anderen Geräte, vor allem für die Elektro-Grossgeräte, leidet in den USA. an Zersplitterung, hervorgerufen durch die Konkurrenz der vielen Einzelhersteller und die oft bis zum äussersten getriebene Rücksichtslosigkeit der Firmen gegen die Installateure.

Zwar sollte die «Society for Electric Development» (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft) helfen, aber eine «Gemeinschaftsarbeit», wie sie die feinen Kanäle der finanziellen Verflechtungen für die Lichtwerbung — scheinbar von selbst — gab, wurde bis heute nicht erreicht. Die SED fiel sogar — trotz der oft gepriesenen amerikanischen «Cooperation» (Gemeinschaftsarbeit) — vor einigen Jahren auseinander. Sieht man heute die Veröffentlichungen der SED, die inzwischen neu erstanden ist, durch, so findet man eine erstaunliche Fülle an Gerätewerbungen, allgemeiner Werbemassnahmen und Lichtwerbebroschüren.

Remarques sur l'emploi des conducteurs unipolaires à haute tension isolés au caoutchouc.

Rectification.

Nous signalons aux lecteurs une faute d'impression qui s'est glissée dans l'article paru tous ce titre à la page 264 du dernier numéro du Bulletin. Il faut lire dans la 2e colonne, 7e et 8e ligne: «La preuve était ainsi fournie que les défauts constatés *provenaient bien d'une attaque* par l'ozone».

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Moderne Verstärkertechnik. 621.394.645

Den zweiten in der Reihe der von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vorträge für technische Physik hielt Dr. *R. Feldtkeller* vom Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A.-G., Berlin. Seinen interessanten, vieles Neue enthaltenden und in erster Linie die Grenzen der Verstärkungsmöglichkeit beleuchtenden Ausführungen sei das folgende entnommen:

Die neuesten Verstärkertypen unterscheiden sich von den noch vor einigen Jahren gebauten hauptsächlich in konstruktiver Hinsicht. Sie sind leichter und im Aufbau gedrängter. Diese Eigenschaft bietet in elektrischer Hinsicht den Vorteil gekürzter Leitungsführung und besserer Uebersicht, verlangt aber ein verschärftes Augenmerk auf die Ausbildung von Streufeldern, denen hier die Möglichkeit grösseren Einflusses zukommt.

Die Arbeit der letzten Jahre auf dem Verstärkergebiet ist gekennzeichnet durch die systematische Erforschung der Grundlagen sowie vor allem der Grenzen.

Was die verstärkbare Leistung anbelangt, so ist hier weder eine untere, noch eine obere Schranke gegeben. Von einer gewissen minimalen Leistung ab verliert jedoch eine Verstärkung ihren Sinn infolge der Erscheinung des thermischen Rauschens: Die Temperaturbewegung des Atomgitters, aus dem die Schaltelemente letzten Endes aufgebaut sind, überträgt sich auf die durch dieses Gitter hindurchwandernden Elektronen, was einer Schwankung in der Stromstärke gleichkommt. Eine solche in der Eingangsstufe auftretende Schwankung überlagert sich dem Nutzstrom und wird von allen folgenden Stufen mitverstärkt; der zu verstärkende Nutzstrom muss also diese Schwankungen in hinreichendem Masse übertreffen. Wie die Durchrechnung zeigt, liegt beispielsweise bei einem Widerstandsverstärker für die erste Stufe die untere Grenze, unterhalb der sich eine Verstärkung nicht mehr lohnt, bei einer Gitterspannungsschwankung von 20 Mikrovolt. Weitere Beschränkungen der Verstärkerleistung nach unten liegen in der Einwirkung von Fremdfeldern sowie in mechanischen Erschütterungen; doch sind diese keineswegs prinzipieller Natur. Gegen Fremdfelder kann man sich stets durch metallische Schirmungen schützen. Im Falle magnetischer Felder ist für niedere Frequenzen eine Panzerung aus hochpermeablem Material erforderlich, bei hohen Frequenzen beruht die Schirmwirkung hauptsächlich auf der Wirbelstrombildung im Panzer, so dass die Permeabilität des Materials keine Rolle mehr spielt. Erschütterungen führen zu Schwingungen des Elektrodensystems, die, wie alle mechanischen Schwingungen, sehr schwach gedämpft sind. Gitterschwingungen der Röhren bewirken eine periodische Aenderung von Steilheit und Durchgriff, die zur Ausbildung modulierter Hochfrequenzschwingungen führt. Werden die Erschütterungen durch das Schallfeld des eigenen Lautsprechers erregt, so tritt eine Rückwirkung auf die Hochfrequenzstufen ein. Eine weitere Störung durch mechanische Erschütterungen hat bei Transformatorenverstärkern ihre Ursache in der hohen Druckabhängigkeit der Permeabilität der im Verstärkerbau verwendeten hochpermeablen Legierungen, wie Permalloy u. a. Periodische Schwankungen in der Permeabilität haben dieselben Folgen wie mechanische Schwingungen des Elektrodensystems. Für den Röhrenbauer erwächst hieraus die Aufgabe, durch geeignete Konstruktion sowohl für grösstmögliche Erschütterungsfreiheit zu sorgen, als auch die Eigenfrequenzen des Elektrodensystems aus dem gefährlichen Bereich der Tonfrequenz zu bringen. Dem Verstärkungsverhältnis sind Schranken gesetzt durch den Grad der Rückkoppelung zwischen Aus- und Eingang des Verstärkers; eine sorgfältige Entkoppelung derselben ist infolgedessen stets anzustreben.

Auch hinsichtlich der Frequenz sind der Verstärkung gewisse, wenn auch sehr weite, Grenzen gezogen. Es lassen sich heute Wechselstromverstärker bauen, deren unterer Frequenzbereich bei $^{1}/_{10}$ Hertz beginnt. Reiner Gleichstrom wird meist nicht direkt verstärkt, sondern zuerst in Wechselstrom umgewandelt, dieser dann verstärkt und nachher wieder gleichgerichtet. (Die Schwierigkeiten der direkten Gleichstromverstärkung liegen bekanntlich in den unvermeidlichen Störungen infolge von Anodenspannungsschwankungen usw.) Eine erste obere Frequenzgrenze wird gebildet durch die Röhrenkapazität. Diese liegt dem Belastungswiderstand parallel, ihre Impedanz ist umgekehrt proportional dem Produkt aus Frequenz und Kapazität, bei steigender Frequenz muss somit die Kapazität herabgedrückt werden. Die Verkleinerung der Röhrenkapazität kann sehr weit getrieben werden; doch eine unbegrenzte Steigerung der Frequenz verhindert eine Erscheinung prinzipieller Natur, nämlich die Elektronenlaufzeit. Jeder Spannungsimpuls am Gitter löst eine Elektronenwolke aus, die zur Zurücklegung der Strecke Kathode-Anode eine gewisse Laufzeit benötigt. Wird die Periode der Impulse mit der Elektronenlaufzeit vergleichbar, so können diese nicht mehr getrennt werden, die Verstärkung hört also auf. Wo die Frequenzgrenze möglichst hoch getrieben werden muss, finden heute Spezialröhren mit sehr engen Elektrodenabständen Verwendung. Mit solchen werden Frequenzen bis zu 10^9 Hertz erreicht.

Innerhalb dieser Grenzen lassen sich Verstärker je nach Verwendungszweck mit sowohl sehr schmalem, als auch extrem breitem Frequenzband herstellen. Es werden heute Transformatorenverstärker mit einem Frequenzbereich von 20 bis 200 000 Hertz gebaut. Die Breite des Frequenzbandes ist hierbei durch den Streukoeffizienten bedingt. Mit den heute verwendeten hochpermeablen Legierungen werden Streukoeffizienten bis zu 10^{-6} erreicht.

Innerhalb des Frequenzbandes, in dem der Verstärker arbeitet, besitzt er noch Verzerrungen. Lineare Verzerrungen: sowohl Amplitude als auch Phase des verstärkten Stromes sind frequenzabhängig. Um sie herabzudrücken, benützt man Entzerrer (geeignete Kombinationen von Kapazitäten und Induktivitäten), die sich zwar berechnen lassen, jedoch zumeist nachträglich noch empirisch korrigiert werden müssen. Nichtlineare Verzerrungen: 1. das Verstärkungsverhältnis ist amplitudenabhängig; 2. eine reine Sinusspannung enthält nach der Verstärkung auch noch die oberen Harmonischen; 3. zwei Sinusspannungen verschiedener Frequenz sind nach der Verstärkung begleitet von Sinusspannungen der Differenz- und Summenfrequenz. Das bekannte Mittel der kleinen Aussteuerungen gegen die nichtlinearen Verzerrungen anzuwenden, ist trivial und kostspielig. Die heute gebräuchliche Methode ist das Verfahren der Gegenkopplung: Ein Teil des verstärkten und verzerrten Stromes wird der Eingangsstufe unter solcher Aenderung der Phase wiederzugeführt, dass er (nach der Wiederverstärkung) die Verzerrung gerade kompensiert. *H. W.*

Miscellanea.

In memoriam.

Wilhelm Kohlrausch †. Am 16. April 1936 starb in Hannover der emeritierte ord. Professor, Geheimer Regierungsrat Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Wilhelm Kohlrausch im 81. Lebensjahre. Die deutsche Elektrotechnik verliert in ihm einen ihrer bedeutendsten Lehrer und Wegbereiter, dessen Lebenswerk gleichzeitig mit dem Entwicklungsanfang dieses neuen Zweiges der Technik begann. Der Verstorbene hatte auch in der Schweiz viele Verehrer. Ein eingehender Nachruf findet sich in der ETZ vom 21. Mai 1936.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Trambahn Luzern. Der Stadtrat Luzern wählte am 7. Mai d. J. Herrn *Hans Siegwart*, dipl. Bauingenieur, zum Direktor der Trambahn, nachdem die Stelle 10 Monate vakant geblieben war. Der neue Direktor war Inhaber eines Ingenieurbureau in Luzern.

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Avril 1935	Avril 1936
1.	Importations	en 10^6 frs	109,2	91,4
	(janvier-avril)	en 10^6 frs	(402,3)	(359,9)
	Exportations	en 10^6 frs	68,3	68,6
	(janvier-avril)	en 10^6 frs	(268,4)	(261,0)
2.	Marché du travail: demandes de places		72 444	89 370
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	127	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	87	92
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)		38 (76)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	6,17 (126)	6,08 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes		675	356
	(janvier-avril)		(1844)	(1074)
5.	Taux d'escompte officiel	%	2	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1319	1311
	Autres engagements à vue	10^6 frs	289	403
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1372	1518
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue	%	85,32	88,62
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		91	96
	Actions		106	109
	Actions industrielles		167	179
8.	Faillites		71	66
	(janvier-avril)		(303)	(358)
	Concordats		33	41
	(janvier-avril)		(113)	(150)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		30,2	31,5
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 1er trimestre 1935	Pour le 1er trimestre 1936
	Marchandises	en 1000 frs	39 082	25 003
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(176 518)	—
	Voyageurs	en 1000 frs	26 963	25 921
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(126 047)	—

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Mai	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	40/17/6	40/17/6	37/15/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	204/5/0	211/10/0	229/15/0
Zinc	Lst./1016 kg	14/17/6	16/0/0	14/16/3
Plomb	Lst./1016 kg	15/2/6	17/7/6	14/8/9
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50	fr. s./t	—	35.70	35.70
Charbon de la Saar I 35/50	fr. s./t	32.—	32.—	29.50
Anthracite belge	fr. s./t	50.—	51.—	51.—
Briquettes (Union)	fr. s./t	35.25	36.50	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	78.—	75.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	136.50
Caoutchouc brut	d/lb	5 5/16	7 7/16	6 1/16

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	Elektra Birseck Münchenstein		S. I. Neuchâtel		Az. El. Com. Bellinzona		Wasserwerke Zug Zug	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie . kWh	1 008 960	912 280	16 357 811	14 677 725	9 540 585	9 229 345	?	?
2. Achat d'énergie . . . kWh	69 380 040	67 575 300	908 602	1 951 504	269 535	231 707	?	?
3. Energie distribuée . . kWh	70 389 000	68 487 580	17 266 413	16 629 229	9 810 120	9 461 052	?	?
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	+2,77		+3,5		+3,6	—	?	?
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	—	—	1 814 800	1 148 200	—	—	?	?
11. Charge maximum . . kW	13 900	14 350	3 990	4 110	—	—	?	?
12. Puissance installée totale kW	73 875	66 800	—	—	—	—	24 965	24 103
13. Lampes . . . . . . nombre	263 375	252 523	110 062	106 257	—	—	88 428	86 552
kW	7900	7 600	—	—	—	—	3 301	3 225
14. Cuisinières . . . . . nombre	3 650	3 360	157	58	—	—	?	?
kW	23 453	21 800	1 023	378	—	—	?	?
15. Chauffe-eau . . . . nombre	3 455	3 160	1 083	1 027	—	—	?	?
kW	3 606	3 160	1 657	1 523	—	—	?	?
16. Moteurs industriels . nombre	8 871	8 477	1 794	1 705	—	—	4 400	4 258
kW	27 691	24 800	4 680	4 600	—	—	10 777	10 575
17. Installations de chauff. nombre	2 326	2 250	—	—	—	—	?	?
kW	5 243	5 100	—	—	—	—	?	?
21. Nombre d'abonnements . . .	21 412	14 250	12 852	12 445	—	—	5 767	5 522
22. Recette moyenne par kWh cts.	4,62	4,73	8,65	8,9	—	—	?	?
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	—	4 858 205	—	—	3 000 000	3 000 000
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	—	—	—	—	2 000 000	2 000 000
33. Fortune coopérative . . . »	1 482 042	1 452 957	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	—	—	4 984 030	—	712 308	658 693	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	11	10	4 984 030	4 858 205	712 308	658 693	2 316 032	2 358 531
36. Portefeuille et participat. »	4 099 253	3 900 001	—	—	—	—	—	—
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	3 242 692	3 239 622	1 487 377	1 562 672	771 238	765 117	?	?
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	175 813	165 858	—	—	—	—	?	?
43. Autres recettes . . . . . »	20 441	22 990	83 041	858	39 330	35 066	?	?
44. Intérêts débiteurs . . . . »	—	—	254 604	247 810	42 221	40 332	60 256	61 831
45. Charges fiscales . . . . »	99 579	125 186	7 242	1 190	54 943	55 000	?	?
46. Frais d'administration . . »	115 858	102 362	229 732	230 647	53 862	64 829	?	?
47. Frais d'exploitation . . . »	449 775	480 142	351 580	418 060	316 947	303 592	?	?
48. Achats d'énergie . . . . »	2 033 492	2 049 169	75 801	127 381	30 691	30 492	?	?
49. Amortissements et réserves »	673 109	524 999	234 454	220 502	60 000	60 000	131 500	117 000
50. Dividende . . . . . . »	—	—	—	—	—	—	150 000	150 000
51. En % . . . . %	—	—	—	—	—	—	5	5
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	—	—	496 392	441 507	198 730	193 014	—	—
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	8 216 037	8 084 018	8 300 143	8 056 264	3 068 113	2 954 498	?	?
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	8 216 026	8 084 008	3 316 113	3 198 059	2 355 805	2 295 805	?	?
63. Valeur comptable . . . . »	11	10	4 984 030	4 858 205	712 308	658 693	?	?
64. Soit en % des investissements	0	0	60	60	23,6	22,3	?	?

Kleine Mitteilungen.

Sulgen-Gossau elektrisch. Mit dem neuen Fahrplan wurde am 15. Mai d. J. auf der Bundesbahnstrecke Sulgen-Bischofszell-Gossau der elektrische Betrieb aufgenommen.

Verband Schweiz. Elektro-Installationsfirmen Der VSEI hält seine diesjährige Generalversammlung am Samstag, den 6. Juni 1936, 14 Uhr, im Hotel «Linde», Baden, ab. Am Vormittag findet eine Besichtigung der Werkstätten von Brown, Boveri & Cie. statt.

38. Mitgliederversammlung des VDE. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hält vom 2. bis 5. Juli 1936 in München seine 38. Mitgliederversammlung ab. Das Programm sieht vor am Donnerstag, 2. Juli: Jungingenieur-Treffen, Vorstandssitzung, Begrüssungsabend; am Freitag, 3. Juli: Mitgliederversammlung, Abendessen; am Samstag, 4. Juli: Besichtigungen, ebenso am Sonntag, den 5. Juli. Während der ganzen Tagung sind Sonderveranstaltungen, besonders für die Damen, vorgesehen.

An allen drei Tagen finden die bekannten, interessanten Fachversammlungen des VDE statt. Zur Behandlung kommen folgende Fragen: Kraftwerke, Bau und Betrieb von Netzen, Relais und Schutzschaltungen, Messung, Industrielle Anwendungen, Bahnen, Maschinen und Transformatoren, Stromrichter, Schaltvorgänge, Steuerung und Regelung, Schaltgeräte, Lichttechnik, Fernmeldetechnik und Hochfrequenztechnik.

Congrès International pour les Applications Electro-calorifiques et Electrochimiques. Nous rendons encore une fois attentif à ce congrès qui aura lieu du 12 au 15 juin a. c. à Schéveningue, voir Bull. ASE 1936, No. 10, p. 276. Le programme détaillé ainsi que tout renseignement nécessaire est, sur demande, à disposition de nos lecteurs.

Vorträge in der Physikalischen Gesellschaft Zürich.

Zur Zeit hält die Physikalische Gesellschaft Zürich wieder einen Vortragszyklus ab, dessen Programm im Bull. SEV 1936, Nr. 6, S. 174, publiziert wurde. Wir machen nochmals auf die folgenden Vorträge aufmerksam:

6. Montag, den 8. Juni 1936, 20.15 Uhr:
   Referent: Herr Prof. Dr. *H. Salinger*. Berlin.
   Thema: **Mechanisch-elektrische Systeme unter besonderer Berücksichtigung der Piezofilter.**
7. Montag, den 15. Juni 1936, 20.15 Uhr:
   Referent: Herr Prof. Dr. *L. Néel*, Strasbourg.
   Thema: **Les alliages ferromagnétiques** (mit Demonstrationen).
8. Montag, den 29. Juni 1936, 20.15 Uhr:
   Referent: Herr Prof. Dr. *H. Barkhausen*, Dresden.
   Thema: **Das Problem der Schwingungserzeugung.**

Alle Vorträge finden im Physikalischen Institut der ETH statt.

Kolloquium über technische Physik und elektrische Nachrichtentechnik.

Eidg. Physikgebäude, Gloriastr. 35, Hörsaal 6 c, 20 Uhr 15.

Probleme des Fernsehens.

(Fortsetzung der Vorträge von Januar-Februar 1936, siehe Bull. SEV 1936, Nr. 1. S. 21.)

5. Freitag, den 22. Mai 1936, fand folgender Vortrag statt:
   G. Spiess: Bildauflösung. — Ikonoskop. Abtastverfahren. Synchronisierung. Fragen der Photozellen.
6. Freitag, den 12. Juni 1936:
   M. Lattmann: Bildzusammensetzung. — Spiegelrad. Braunsche Röhre. Fragen der Fluoreszenz. Auswirkung von Verzerrungen. Physiologische Wirkungen.
7. Freitag, den 3. Juli 1936:
   E. Baumann, F. Tank: Hochfrequenz-Messmethoden und Messgeräte.

Geschäftsbericht des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht pro 1935.

Die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission hielt im Berichtsjahre eine Sitzung ab zur Behandlung der nicht auf dem Zirkulationswege erledigten Geschäfte.

Ueber den Vollzug der Verordnung vom 23. Juni 1933 über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern ist folgendes zu bemerken:

Die Zahl der im Jahre 1935 amtlich geprüften Elektrizitätsverbrauchsmesser betrug 181 897. 6 neue Systemzulassungen sowie 8 Ergänzungszulassungen wurden bekannt gemacht. In 73 Prüfämtern und Elektrizitätsversorgungen wurden Erhebungen mit Bezug auf die Durchführung der amtlichen Prüfung der Elektrizitätsverbrauchsmesser gemacht.

Von den Gasmesserprüfämtern wurden im abgelaufenen Jahre 71 796 Gasmesser geprüft. Am Aufstellungsort wurden 7 Stationsgasmesser und 2 Kubizierapparate der Prüfämter nachgeprüft.

Systemzulassungen von Messapparaten für Flüssigkeiten erfolgte eine (S 85) sowie eine Ergänzungszulassung zu S 31.

2 Hochtanks für Petrol sowie 2 Tanks für Alkohol wurden an Ort und Stelle geprüft.

Auf den Flugplätzen wurden total 34 Messapparate für flüssige Betriebsstoffe untersucht und die nötigen Vorkehren dafür getroffen, dass auch diese Messanlagen den bestehenden Vorschriften angepasst werden.

Für 6 neue Neigungswaagensysteme wurde die versuchsweise Inverkehrsetzung bewilligt. Die Zahl der im Jahre 1935 amtlich geprüften Neigungswaagen betrug 1741; bis Ende des Jahres wurden total 28 704 Neigungswaagen in den Verkehr gesetzt.

Im März wurde je ein Eichmeisterkurs in deutscher und französischer Sprache durchgeführt mit 9 Kandidaten deutscher und 5 französischer Zunge, die alle zur Wahl empfohlen werden konnten. Am 7. September fand ein allgemeiner Instruktionskurs statt, an dem 106 Eichmeister teilnahmen.

Ueber den Umfang an externen Prüfungen geben die nachfolgenden Zahlen Auskunft:

1. Längenmasse und Längenmessinstrumente	423
2. Gewichte, Waagen, Gasmesser	352
3. Hohlmasse, Alkoholometer, Aräometer usw.	1450
4. Druckmessgeräte, Tachometer usw.	30
5. Thermometer	1576
6. Thermoelemente, Widerstandsthermometer	1
7. Photometrische Messungen, Röntgendosimetrie	42
8. Kapazitäten, Selbstinduktionen, Frequenzmessapparate	246
9. Widerstände, Komparatoren, Normalelemente	89
10. Messwandler, Zähler, Ampere-, Volt-, Wattmeter usw.	197
11. Magnetische Messungen	70
12. Diverse Spezialuntersuchungen	3

Betreffend die vom Amt ausgeführten internen Arbeiten zur Fehlerbestimmung usw. an seinen Instrumenten sowie über die in der Werkstätte des Amtes ausgeführten Arbeiten sei auf folgende Ausführungen verwiesen.

Teilweise sind die Ergebnisse dieser Arbeiten niedergelegt in den Veröffentlichungen:

Entwicklung und Aufgabenkreis des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins 1935, p. 529;

Grenzen und Leistungsfähigkeit der Selen-Sperrschichtzellen; Helvetica Physica Acta VIII. 505;

Ueber die Bedeutung der Abweichung der Energieverteilung der Glühlampen von derjenigen des schwarzen Körpers für die Präzisionsphotometrie; Helvetica Physica Acta VIII. 637.

In der Werkstätte des Amtes wurden neben einer grössern Zahl von Hilfsgeräten folgende Arbeiten ausgeführt:

1. Ausbau der Prüfeinrichtung für Stromwandler, bedingt durch die an Präzisionswandler für Zählerprüfeinrichtungen gestellten grösseren Anforderungen.
2. Ein Hilfskreis zur Steuerung von Potentialen in Verbindung mit der Messbrücke für Kapazitäten.
3. Ein Leuchtdichtenormal sowie diverse Einrichtungen zur Unterteilung von Lichtströmen zur Prüfung der Charakteristik von Photozellen usw.

An grösseren Apparaten wurden angeschafft und untersucht:
eine Hochfrequenz-Messbrücke mit abgeschirmtem Sender und Ueberlagerungsdetektor,
ein Wellenanalysator nach dem Suchtonprinzip,
ein Frequenzmesser für Frequenzen von 50—10 000 Per./s,
ein Elektrometer nach Madelung.

Wünschen aus der Industrie entsprechend, welche an Stelle der normalen Prüfung im Epsteinapparat eine solche mit Wechselstrom verlangen (B in Funktion von AW/cm effektiv) wurde nach Vorversuchen eine entsprechende Prüfeinrichtung (Ferrometer von Siemens) beschafft, die zur Zeit in Untersuchung ist.

An internen Arbeiten wurden u. a. folgende ausgeführt:
Der Anschluss der Kapazitätsnormale an den vom Amt hergestellten Schutzringplattenkondensator ergab Uebereinstimmung zwischen den bisher zugrunde gelegten und dem aus den Abmessungen des Kondensators berechneten Wert.

Die Untersuchung der erwähnten Hochfrequenz-Messbrücke ergab, dass zuverlässige Messungen von Kapazitäten, Selbstinduktionen und Verlustwinkeln mit derselben bis ca. 10^6 Per./s möglich sind.

Die Untersuchung von Selensperrschichtzellen verschiedener Herkunft in bezug auf ihre Verwendbarkeit für photometrische Präzisionsmesszwecke wurden fortgesetzt. Eine ausführliche Veröffentlichung der Ergebnisse steht bevor.

Mit dem im Vorjahr konstruierten Apparat zur Aufnahme von Lichtverteilungskurven, dessen Hauptmerkmal die durch geeignete Filter bedeckte, um die Glühlampe herumgeführte Zelle ist, konnte das Verhältnis der horizontalen zur mittleren sphärischen Intensität rasch auf 1 bis 2 Promille genau bestimmt werden.

Das im vorigen Berichtsjahr ausgearbeitete Mehrfilterverfahren zur Ueberwindung der Farbensprünge in der Glühlampenphotometrie gestattet, auf sehr einfache Art den Fehler von objektiven Empfängern hinsichtlich der Bewertung von Glühlampenstrahlern verschiedener Farbtemperatur zu bestimmen, da das sog. Kombinationsblaufilter innerhalb weiter Grenzen jede Umfärbung praktisch spektralrichtig zu erzeugen gestattet.

Auch das für die Bestimmung der spektralen Durchlässigkeit von Farbgläsern angewandte Verfahren benützt Selensperrschichtzellen als Empfänger. Bei geeigneter Wahl der Beleuchtungsdichte der Zelle sind die durch besondere Messungen zu bestimmenden Abweichungen vom Proportionalitätsgesetz klein. Vorläufige Vergleichsmessungen mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt an zwei Kobaltblaugläsern ergaben eine Uebereinstimmung im integralen Durchlässigkeitskoeffizienten auf ca. 1 Promille.

Eine theoretische Diskussion über die vermutlichen durchschnittlichen Abweichungen der Glühlampenstrahlung (z. B. Opalglaslampen) von der Schwarzen Strahlung ergab, dass die hieraus für die Präzisionsphotometrie zu erwartenden Fehler von der Grössenordnung 1 Promille sind.

Als Nebenergebnis der Versuche zur Verbesserung des Kombinationsblaufilters sei erwähnt, dass sich durch Erhöhung der Zahl der Teilfilter von 3 auf 4 theoretisch eine Durchlässigkeitskurve berechnen lässt, die einer fast spektralrichtigen Umfärbung von 2850° K auf 4000° K entspricht. Die mittlere Abweichung der spektralen Durchlässigkeit vom Sollwert im Bereich von 440 bis 680 nm beträgt ½ % gegenüber 3 % beim entsprechenden Davis-Gibson-Filter.

Unter den zur Prüfung eingereichten Gegenständen, deren Untersuchung grössere Vorarbeiten bedingten, sind zu nennen:
ein elektrisches Münzenprüfgerät,
ein Dämmerungsphotometer,
diverse Leuchtpräparate.

Ueber die Verteilung der amtlich geprüften Zähler und Gasmesser auf die einzelnen Prüfämter geben die nachstehenden Tabellen Aufschluss.

Nr.	*Elektrizitätsverbrauchsmesser.*	
1	. . . .	152
2	Landis & Gyr A.-G., Zug	45 701
3	Société des Compteurs de Genève	14 634
4	EW der Stadt Bern	6 736
5	Bernische Kraftwerke A.-G., Nidau	17 176
6	EW der Stadt Zürich	10 384
7	EW der Stadt Luzern	2 193
8	EW der Stadt Lausanne	5 240
9	EW Genf	14 588
10	Siemens E. A. G., Zürich	3 118
11	EW der Stadt Basel	902
12	EW des Kantons Zürich	9 594
13	EW Lugano	1 747
14	EW La Chaux-de-Fonds	648
15	EW Uster	218
16	Schweiz. Elektrotechnischer Verein, Zürich	10 282
18	EW der Stadt Schaffhausen	1 990
19	EW Jona (St. Gallen)	456
20	St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G.	3 848
22	Elektra Baselland, Liestal	183
23	EW Burgdorf	528
24	Wasserwerke Zug A.-G.	1 602
25	EW der Stadt Solothurn	1 499
26	Elektra Birseck, Münchenstein	1 753
27	EW Davos A.-G.	169
28	Zentralschweizerische Kraftwerke Luzern	7 122
30	EW der Stadt Winterthur	3 253
31	EW der Stadt St. Gallen	1 690
32	EW der Stadt Biel	1 685
34	EW der Stadt Neuenburg	2 065
35	Fabriques des Montres Zénith, Le Locle	63
36	EW der Stadt Rorschach	262
37	EW des Kantons Thurgau, Frauenfeld	3 939
38	EW der Gemeinde Rüti (Zürich)	76
39	Gas- und Elektrizitätswerk Wil (St. Gallen)	197
40	Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau	2 506
41	EW St. Moritz	230
42	Ager A.-G., Wetzikon	113
43	Licht- und Wasserwerke Interlaken	534
44	EW Bellinzona	729
45	Eichgenossenschaft f. Elektrizitätswerke, Wetzikon	671
46	EW Locarno	854
47	EW Chiasso	567
	Zusammen	181 897

	Gasmesser.	
1	. . . .	9
2	Zürich	32 158
3	Genf	9 621
4	Luzern	9 406
5	Basel	9 338
6	St. Gallen	5 447
7	La Chaux-de-Fonds	317
9	Lausanne	4 122
10	Vevey	1 387
	Zusammen	71 805

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

(ASE) pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1[er] mai 1936.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen*.

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 380/500 V, 15/10 A ~ (pour courant alternatif seulement).

A. Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique et cape en résine artificielle moulée noire resp. crème.

B. Utilisation: sur crépi, dans locaux humides et mouillés.
Exécution: socle en matière céramique et boîtier en résine artificielle moulée noire.

C. Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique et plaque protectrice carrée en métal (Pml), en verre (Pt) ou en résine artificielle moulée (Pi).

D. Utilisation: montage encastré dans locaux secs; pour tableau en tôle (B. Sch), plaque en marbre ou éternite (M. Sch) ou carcasse de machine (EMA).
Exécution: socle en matière céramique; fixation de l'interrupteur au moyen de deux vis situées sous le disque d'indication.

A No.	B No.	C No.	D No.		Schéma
8511/I et /Ic	8611/I J	7911/I	7911/I B. Sch M. Sch, EMA	interr. à gradation unipol.	I
8511/II et/IIc	8611/II J	7911/II	7911/II „	commutateur unipolaire	II
8512/II „	8612/II J	7912/II	7912/II „	commutateur bipolaire	II
8513/II „	8613/II J	7913/II	7913/II „	commutateur tripolaire	II
8511/III et/IIIc	8611/III J	7911/III	7911/III „	inverseur unipolaire	III
8512/III „	8612/III J	7912/III	7912/III „	inverseur bipolaire	III
8513/III „	8613/III J	7913/III	7913/III „	inverseur tripolaire	III
8511/V et/Vc	8611/V J	7911/V	7911/V „	comm. multiple unipolaire	V
8510/VI et/VIc	8610/VI J	7910/VI	7910/VI „	interr. de crois. unipolaire	VI
8510/XI et/XIc	8610/XI J	7910/XI	7910/XI „	invers. du sens de rotation trip.	XI
8510/XVIII et/XVIIIc	8610/XVIII J	7910/XVIII	7910/XVIII „	interr. de réglage unipol.	XVIII

Prises de courant.

A partir du 15 mai 1936.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen*.

Marque de fabrique:

Prises de courant murales, bipolaires, 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. 8712: exécution normale, pour fiche avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Fiches bipolaires, 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps de la fiche en résine artificielle moulée noire.
No. 8812: exécution normale avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 1[er] mai 1936.

F. Knobel, elektrotechnische Spezialwerkstätte, *Ennenda*.

Marque de fabrique:

Transformateurs à basse tension.
Utilisation: fixes, étanches à l'humidité; exécution spéciale pour l'alimentation de lampes à vapeur de sodium ou de mercure.
Exécution: transformateurs monophasés résistant aux courts-circuits (transformateurs de dispersion), type encastré sans boîtier; classe 3a.

Type	Tension prim. V	Tension sec.[1] V	VA[2]
5426 G 80–88	max. 250	445/165	50
5426 G 80–88	„ 250	445/165	70
5426 G 80–88	„ 250	445/165	100
5427 G 80–88	„ 250	460/165	150
5440 G 80–82	„ 165	225/130	250
5442 G 80–82	„ 165	215/125	500

[1]) Tension en marche à vide resp. à pleine charge.
[2]) Puissance des lampes.

Dissolution de contrat.

Ensuite de faillite, la firme

Pierre Mondiny, Fabrique d'appareils électriques, Zurich,

a été radiée.

Le contrat conclu avec elle quant au droit à la marque de qualité de l'ASE pour

interrupteurs

est annulé.

A l'avenir, les interrupteurs portant la marque de fabrique ne doivent plus être munis de la marque de qualité de l'ASE.

Interrupteurs.

La firme

Ellinger & Geissler, Dorfhain (Bezirk Dresden),

Marque de fabrique:

repr. par la firme Otto Fischer S. A., Zurich,

renonce au droit à la marque de qualité de l'ASE pour interrupteurs.

A partir du 1[er] juin 1936,

cette firme n'a plus le droit de mettre en vente, munis de la marque de qualité de l'ASE, les interrupteurs portant sa marque de fabrique.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 8 mai 1936 est décédé à l'âge de 36 ans, après une longue maladie, monsieur *Ernest Rial*, technicien-électricien, Lausanne, membre de l'ASE depuis 1934. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil.

Commission de l'UCS pour les questions d'assurances.

Cette commission s'est réunie le 27 avril pour prendre acte d'un rapport détailllé du secrétariat sur l'état actuel des tractations en matière d'assurance mobilière contre l'incendie et pour discuter la question.

Normes pour douilles de lampes.

La normalisation internationale des culots et des ampoules des lampes à incandescence n'est pas encore achevée. Comme, d'autre part, les dimensions réglementaires des bagues protège-doigts dépendront forcément des formes des culots et des ampoules, il en résulte qu'il est impossible

pour le moment d'arrêter définitivement les «normes pour douilles de lampes» de l'ASE. Le Bulletin fera connaître en temps utile la date qui sera fixée pour la mise en vigueur de ces normes. *Gt.*

Séances des comités de l'ASE et de l'UCS, de la commission d'administration et du comité de direction de l'ASE et de l'UCS, les 30 avril et 1er mai 1936.

Ces séances furent en premier lieu consacrées à l'examen et à l'approbation des documents officiels (rapports de gestion, comptes, budgets) relatifs aux assemblées générales de l'ASE et de l'UCS à St-Gall le 4 juillet 1936, et qui paraîtront au No. 12 du Bulletin.

Outre ces questions administratives, le *comité de l'ASE* examina quelques questions relatives au Comité Electrotechnique Suisse et l'échange d'ingénieurs et de techniciens avec l'étranger, décida d'adhérer à la «Société pour le développement des recherches techniques-physiques à l'EPF» et de recommander aux firmes membres de l'ASE de faire de même.

Le *comité de l'UCS* s'occupa de questions relatives à la défense aérienne, à l'Office fédéral de l'économie électrique, à une demande au sujet du prix de vente des batteries de cuisine électrique; il décida également d'adhérer à la Société de recherches susmentionnée et de recommander aux membres de l'UCS d'en faire autant.

La *commission d'administration* approuva le programme des assemblées générales du 4 juillet à St-Gall; elle décida l'adaptation des salaires et indemnités de déplacement du personnel de l'ASE aux conditions actuelles, examina la question de l'introduction d'une estampille d'essai de l'ASE pour appareils électriques et prit acte d'un rapport sur l'état actuel du côté juridique et financier de la question du déparasitage en matière de TSF.

Après les séances, les deux comités visitèrent le nouveau laboratoire à haute tension de la Station d'essai des matériaux de l'ASE à Zurich-Letten.

Assemblées annuelles des l'ASE et de l'UCS 1936 à St-Gall.

Comme nous l'avons annoncé au No. 10 du Bulletin, les assemblées annuelles de l'ASE et de l'UCS auront lieu cette année

le samedi 4 juillet 1936 à St-Gall.

L'assemblée générale de l'UCS commencera à 9 h 30 à la Salle du Grand-Conseil, et sera suivie d'une conférence, probablement sur un sujet intéressant l'économie électrique.

L'assemblée générale de l'ASE aura lieu à 14 h 30 au restaurant «Schützengarten» et sera suivie de visites d'installations.

Pour le dimanche, une excursion libre au Säntis est prévue.

Le programme complet, ainsi que les documents officiels seront publiés dans le No. 12 du Bulletin qui paraîtra le 12 juin.

Nous prions les membres de nos associations de réserver dès maintenant cette journée, afin que la participation soit nombreuse.

La fête des jubilaires de l'UCS aura lieu en automne.

Comité Technique No. 18 du CES.

Installations électriques sur navires.

En vertu de la nouvelle organisation du CES approuvée le 1er mai 1936 par le comité de l'ASE, il s'est constitué le 22 avril 1936 le Comité Technique (CT) No. 18, installations électriques à bord des navires. Ce CT n'intéresse que ceux de nos industriels qui participent aux fournitures de machines pour navires. Pour cette raison, il ne se compose que de deux membres auxquels vient s'adjoindre ex officio le secrétaire du CES. Monsieur F. Streiff, Brown, Boveri & Cie S. A., en a été nommé président et secrétaire.

Dans sa séance constitutive, le CT 18 examina l'ordre du jour du Comité d'Etudes No. 18 de la CEI qui se réunira du 17 au 19 juin à La Haye. Il décida de prendre position au sujet de quelques points du projet de règles internationales pour moteurs et générateurs auxiliaires. Il décida également de remettre pour étude les questions mécaniques et de normalisation des dimensions à la Société suisse des constructeurs de machines (VSM).

Conditions techniques pour bouilloires, poêles et casseroles, chauffe-eau instantanés, armoires frigorifiques de ménage.

L'office de la Station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils de ménage a établi des projets de «conditions techniques» pour bouilloires à chauffage direct, pour poêles et casseroles pour cuisinières électriques, pour chauffe-eau instantanés et pour armoires frigorifiques de ménage. Avant de transmettre ces projets à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mise en vigueur au 1er octobre 1936, nous prions les membres de l'ASE et de l'UCS que ces conditions intéressent particulièrement de s'en procurer les projets auprès du secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, et de remettre au dit secrétariat, au plus tard jusqu'au *15 juin 1936,* les objections qu'ils auront à formuler au sujet du texte et de la date d'entrée en vigueur.

Journée de la haute fréquence à Yverdon le 9 mai 1936.

La journée de la haute fréquence, organisée par l'ASE le 9 mai 1936 à Yverdon, sous la présidence de Monsieur Schiesser, président de l'ASE, rassembla 80 participants environ. Monsieur le professeur F. Tank, qui enseigne la technique de la haute fréquence à l'EPF, dirigea la discussion. Les sujets suivants y furent traités:

«Les transmissions par courants porteurs sur les lignes à haute tension», par Monsieur le professeur E. Juillard, Lausanne, et

«La propagation des ondes électromagnétiques», par Monsieur le professeur H. Zickendraht, Bâle.

Les conférences furent chacune suivies d'une très intéressante discussion.

Après le déjeuner, précédé de l'apéritif offert gracieusement par la Société de l'Usine Electrique des Clées, on visita le poste émetteur de Sottens sous la conduite experte du chef d'exploitation, Monsieur R. Pièce. Les techniciens du courant fort purent y constater que la structure d'un tel poste ne diffère guère de celle d'une installation de distribution à courant fort, quant à la disposition des appareils (système de cellules, etc.).

Les deux conférences seront publiées au Bulletin ASE, ainsi qu'une description détaillée du poste de Sottens.

La journée se termina par une agréable et intéressante surprise pour les participants. Ceux-ci eurent l'occasion de visiter l'installation de forage de pétrole de Cuarny. Monsieur Guisan, ingénieur, fournit d'une façon claire et précise tous les renseignements désirés sur cette installation toute moderne. La tour de forage s'élève à 60 m au-dessus du sol, ce qui permet de procéder par tronçons de 40 m lorsqu'on doit remplacer les forets usés ou procéder à l'extraction de «carottes». Le mécanisme de forage est entraîné par un moteur électrique de 100 kW, auquel viendra s'adjoindre un second de même puissance lorsque les travaux de forage seront plus avancés. Le forage proprement dit a commencé le 8 mai. L'entreprise dispose d'experts très qualifiés et il y a tout lieu de croire qu'elle aura du succès. A cent mètres environ du puits, une flamme qui brûle depuis des années, alimentée par du gaz naturel s'échappant du sol à cet endroit, a retenu l'attention des visiteurs.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année | No 12 | Vendredi, 12 Juin 1936

Invitation aux membres de l'ASE et de l'UCS

à participer aux

Assemblées annuelles 1936 de l'ASE et de l'UCS

(assemblées administratives sans les dames)

le 4 juillet 1936 à St-Gall

Pour répondre à l'aimable invitation du Service de l'Electricité de la Ville de St-Gall et des Forces Motrices St-Galloises-Appenzelloises, les assemblées annuelles ont lieu cette année à St-Gall.

Communications ferroviaires le 4 juillet 1936:	*a) Train spécial*[1]*):*	*Train direct horaire:*
Zurich Hbf. dép. . .	8.30	9.26
Winterthour dép. . .	8.56	9.56
St-Gall arr.	9.48	10.53

PROGRAMME:

10 h: Assemblée générale de l'**Union des Centrales Suisses d'électricité**, selon l'ordre du jour (voir p. 342) dans la *Salle du Grand-Conseil*, Palais du Gouvernement (Entrée Klosterhof). Immédiatement après, **conférence** de M. *E. A. Engler*, ingénieur, directeur des Forces Motrices du Nord-Est Suisse sur l'*Usine de l'Etzel*.

12 h 30: Déjeuner au «*Schützengarten*», St. Jakobstrasse (Tramway ligne No. 3). Prix fr. 6.—, y compris le café noir et le service (le vin est offert par les deux entreprises st-galloises).

14 h 30: Assemblée générale de l'**Association Suisse des Electriciens**, selon l'ordre du jour (voir p. 315) dans la salle «Frohsinn» du «*Schützengarten*».

Dès 16 h au choix:

a) Visite de l'installation de Diesels (22 200 P. S.) à l'usine de Kubel des SAK (en tramway à Stocken, de la station Scheffelstrasse-Schützengarten).

b) Visite de la bibliothèque de l'Abbaye et de la cathédrale de St-Gall.

c) Promenade au belvédère et parc aux bêtes Pierre et Paul (en tramway à Heiligkreuz), rentrée par Rotmonten, vers 18 h.

d) Excursion avec le Chemin de fer d'Appenzell, à Vögelinsegg (prix 1 fr. 05), rentrée vers 18 h 30.

Des renseignements détaillés seront donnés lors du déjeuner au «Schützengarten», où l'on pourra également s'inscrire pour ces excursions.

Les personnes désirant déjà s'en retourner le samedi 4 juillet pourront utiliser les trains suivants:

Direction Zurich (trains directs): 16 h 49, 18 h 45 et 22 h 30 (le dimanche en outre à 18 h 15 et 20 h 20).

Direction Rorschach: 17 h 24, 18 h 17, 19 h 19, 20 h 28, 21 h 41 et 23 h 38.

19 h 30: Rencontre libre à l'*hôtel Schiff*, Multergasse. Soirée récréative et souper offerts par les entreprises st-galloises (les boissons à la charge des participants).

---

[1]) Pour les participants à l'assemblée de l'UCS.

Dimanche, 5 juillet, excursions au choix:

St-Gall—Gais—Appenzell—Urnäsch—Schwägalp—*Säntis* (téléférique)—Hérisau—St-Gall.

Départ à 6 h env. par train spécial jusqu'à Urnäsch; de là automobiles postales. **Prix fr. 12.—.**

Retour à St-Gall par Hérisau à volonté; départ d'Urnäsch à 11 h 17, 13 h 11 ou 14 h 55.

Les billets seront délivrés *contre payement* le samedi soir à l'hôtel Schiff, sur présentation du coupon remis par le secrétariat général.

En outre, les chemins de fer Appenzellois délivrent les 4 et 5 juillet des *billets à prix réduit* (billets d'aller valables pour le retour) *contre présentation de l'insigne de fête,* et ceci sur les lignes suivantes: *a)* St-Gall—Vögelinsegg—Speicher—Trogen. *b)* St-Gall—Teufen—Bühler—Gais—Appenzell.

Communications diverses.

1° Facilités de voyage.

Il a été convenu avec les chemins de fer fédéraux que ceux-ci délivrent un billet spécial *Zurich—St-Gall et retour à volonté dans les 10 jours.* Pour l'aller, ce billet n'est valable que le 4 juillet dans le train spécial, départ de Zurich 8 h 30 ou dans le train horaire départ de Zurich 9 h 26. *Ce billet spécial devra être retiré* contre présentation du coupon remis par le secrétariat général, avant le départ du train ou la veille au guichet No. 3 ou 4 *à la gare principale de Zurich.* Le prix du billet spécial, à payer au guichet, est de *fr. 11.40* en 2e classe (au lieu de fr. 17.15, prix normal) et de *fr. 8.—* en 3e classe (au lieu de fr. 12.10). Le supplément pour train direct aller et retour est compris dans les prix indiqués.

2° Logements.

L'Union Suisse des Architectes ayant son assemblée annuelle le même jour à St-Gall, il y aura peu de chambres disponibles dans les hôtels de la place. Le comité d'organisation doit donc se réserver toute liberté dans la répartition des chambres; cependant il tiendra compte dans la mesure du possible des vœux des participants, en particulier au sujet de la catégorie d'hôtel.

Pour la nuit du 4 au 5 juillet, il a été convenu avec les hôtels ci-dessous les prix suivants pour chambre à un lit, *avec déjeuner et service:*

Hôtel	Prix frs.	Hôtel	Prix frs.	Hôtel	Prix frs.
Hecht * (seulem. chambres à 2 lits)	8.50 * (av. bain 10.-)	Rhein *	6.–	Weisses Kreuz +	4.70
Walhalla * +	7.– * 6.– + (av. bain 8.50)	Neue Post * +	5.65 * 4.65 +	Kasino +	4.50
Schiff * +	6.50 * 5.75 +	Hirschen *	5.50	Sonne +	4.50
Bahnhof *	6.–	St. Leonhard * +	5.30 * 4.80 +	Heimat +	4.40
Gallushof *	6.–	Stadthof +	4.95	Nest +	4.40
Hospice J. Kessler * +	6.– * 5.– +	Ochsen +	4.80	Pfauen +	4.20
		Schwanen +	4.20	Martaheim +	3.60
		Ilge +	4.20		

* avec / + sans } eau courante.

3° Inscriptions.

Les inscriptions devront parvenir jusqu'au *28 juin 1936* au plus tard *au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.* Pour cela, on se servira du bulletin d'inscription joint au présent Bulletin. Les inscriptions ne seront accompagnées d'aucun payement, car le billet se paye au guichet, le déjeuner au «Schützengarten» et le logement à l'hôtel même. *Pour faciliter la tâche des organisations, il est indispensable de s'inscrire pour toutes les manifestations auxquelles on compte participer.* En échange de leur inscription, les participants recevront une *insigne de fête* et les coupons avec carte de logement qui serviront de légitimation pour l'obtention du billet spécial ainsi que pour la participation au déjeuner et au souper.

Au nom
du Service de l'Electricité de la Ville de St-Gall, des Forces Motrices St-Galloises-Appenzelloises,
ainsi que des comités de l'ASE et de l'UCS:
Le secrétariat général.

P.S. Nous rendons encore attentif à la fête historique de la jeunesse à St-Gall, qui a lieu le 7 juillet 1936.

Association Suisse des Electriciens (ASE)

Ordre du jour de la 51[e] assemblée générale ordinaire de l'ASE

samedi, 4 juillet 1936, à 14 heures 30,

au „Schützengarten" à St-Gall

Discours de bienvenue.
1° Nomination de deux scrutateurs.
2° Approbation du procès-verbal de la 50° assemblée générale du 8 septembre 1935 à Zermatt [1]).
3° Approbation du rapport du comité sur l'année 1935 [2]); approbation des comptes pour 1935 [2]) de l'ASE, des fonds de l'ASE et de l'immeuble; rapport des vérificateurs des comptes et propositions du comité.
4° Institutions de contrôle de l'ASE: Approbation du rapport sur l'année 1935 [2]); compte 1935 [2]); fonds de prévoyance du personnel; rapport des vérificateurs des comptes; propositions de la commission d'administration.
5° Fixation des cotisations des membres de l'ASE pour 1937, conformément à l'art. 6 des statuts; propositions du comité.
6° Budgets pour 1937 [2]) de l'ASE et de l'immeuble; propositions du comité.
7° Budgets des Institutions de contrôle pour 1937 [2]); propositions de la commission d'administration.
8° Rapport sur l'activité du secrétariat général en 1935 et compte 1935 [2]), approuvés par la commission d'administration.
9° Budget du secrétariat général pour 1937 [2]), approuvé par la commission d'administration.
10° Rapport du Comité Electrotechnique Suisse (CES) pour 1935 [2]).
11° Compte et rapport de la Commission de corrosion pour 1935 et budget pour 1937 [2]).
12° Compte et rapport du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) pour 1935 et budget pour 1936 [2]).
13° Nominations statutaires:
a) de 3 membres du comité, conformément à l'art. 14, al. 5, des statuts;
b) de 2 vérificateurs des comptes et de 2 suppléants.
14° Choix du lieu de la prochaine assemblée ordinaire.
15° Nomination de membres honoraires.
16° Divers; propositions des membres.

Pour le comité de l'ASE:

Le président: (sig.) *M. Schiesser.*

Le secrétaire général: (sig.) *A. Kleiner.*

[1]) Voir Bulletin 1935, N° 26.
[2]) Voir Bulletin 1936, N° 12.

Association Suisse des Electriciens (ASE).

Rapport du comité à l'assemblée générale sur l'année 1935.

Pendant l'année écoulée le comité a été constitué comme suit: Président: *M. Schiesser*, Baden; vice-président: *K. Sulzberger*, Zollikon; autres membres: *E. Baumann*, Berne; *E. Dünner*, Zollikon; *E. A. Engler*, Baden; *A. Ernst*, Oerlikon; *K. Jahn*, Zurich; *E. Payot*, Bâle; *J. Pronier*, Genève; *A. Zaruski*, St-Gall. Secrétaire général: *A. Kleiner*.

L'ASE et particulièrement son comité ont eu à déplorer une perte cruelle par le décès de leur vice-président M. K. Sulzberger, qui a succombé à une crise cardiaque le 9 septembre alors qu'il visitait les chantiers de la Dixence entouré de ses amis. Nous tenons à lui réitérer encore une fois ici la gratitude profonde de l'ASE et de son comité pour l'activité qu'il a vouée infatigablement pendant de nombreuses années à l'association. Ses mérites et ses remarquables qualités d'ingénieur et d'homme sont consignés au Bulletin 1935, No. 20, page 576, ainsi que dans les derniers adieux prononcés par notre président M. Schiesser, et par son ami M. le professeur Wyssling, lors de l'incinération. Le nom de M. Sulzberger restera gravé dans les annales de l'ASE.

Selon la décision de l'assemblée générale du 7 juillet 1934 à Aarau, le comité comptait 10 membres; ce nombre a été porté à 11 par l'assemblée générale du 8 septembre 1935 à Zermatt. Pendant l'année 1935 le comité a tenu 2 séances consacrées principalement aux affaires administratives. Il a examiné différentes demandes de subventions et fixé les délégations aux assemblées de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), de la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) et de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE). Il étudia également quelques transformations à l'immeuble de l'ASE, qui permettront de poursuivre la rationalisation des travaux des institutions de contrôle. A la suite du décès inattendu de M. K. Sulzberger, le comité a dû procéder à la nomination du vice-président de l'Association ainsi que d'un membre du Comité Electrotechnique Suisse (CES), de la Commission pour la fondation Denzler, du Comité d'action et de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique. Le comité traita également la question nouvelle et tout à fait actuelle des stagiaires. Pour le surplus il y a lieu de se reporter aux comptes-rendus des séances parus au Bulletin de l'ASE (Bull. 1935, No. 1, page 20, et No. 13, page 368).

Le 8 septembre a eu lieu à Zermatt, avec le concours des dames, la 50e assemblée générale ordinaire, qui fut un record non seulement par l'altitude (Gornergrat) mais aussi par le nombre des participants et par le temps merveilleusement beau. Cette assemblée est caractérisée avant tout par le fait que le comité a été chargé avec acclamation de prendre en mains la question de l'échange de jeunes ingénieurs (stagiaires) avec l'étranger. Le procès-verbal de cette assemblée a paru dans le Bulletin 1935, No. 26, page 767.

Au sujet de l'activité des institutions de contrôle de l'ASE, qui ont de nouveau fourni un travail important, nous renvoyons au rapport spécial à la page 321 de ce numéro.

Commissions de l'ASE [1]).

Comité National Suisse pour la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE). (Président: M. *P. Perrochet*, Bâle.) Le Comité National Suisse pour la CIGRE a tenu en 1935 trois séances, dont deux avant et une après la 8e session de la CIGRE, qui eut lieu à Paris du 27 juin au 6 juillet. Grâce à la préparation soigneuse de notre participation suisse à ce congrès international par le Comité — et tout spécialement par son président — nous avons pu présenter à Paris, où 55 compatriotes prirent part à la Conférence, 13 rapports sur un total de 172, dont quelques-uns de grande envergure. Le rapport du Comité des Interrupteurs, rédigé par le président de ce dernier, M. Juillard, avec la collaboration de MM. Berger, Kopeliowitch et Puppikofer, fut tout spécialement remarqué, car il aborde, appuyé sur les résultats originaux de recherches expérimentales, la question très actuelle de l'allure de la tension de rétablissement aux bornes d'un interrupteur à haute tension, lors de la rupture de courts-circuits dans un réseau. La discussion de cet important problème a mis en évidence l'intérêt qu'il y aurait à exécuter ailleurs aussi des essais sur réseaux, semblables à ceux que nous avons risqués sur la ligne du Gothard et à Oerlikon (voir rapport annuel 1934), en outre que des essais à tension réduite sur réseaux, de même que des épreuves d'interrupteurs au laboratoire seraient désirables. A l'occasion d'un entretien touchant le programme des travaux futurs, spécialement en vue de la session 1937 de la CIGRE, les intéressés suisses se sont ralliés à ces conclusions et ont assuré le Comité des Interrupteurs de leur concours.

Dans sa dernière séance, le Comité National a pris connaissance avec de vifs regrets de la démission de M. Perrochet comme président, fonction

[1]) Voir annuaire 1935, page 5.

qu'il assuma pendant de nombreuses années avec infiniment de dévouement, de tact et de distinction. C'est M. Juillard qui fut désigné d'un commun accord pour le remplacer. M. Dutoit enfin, un pionnier de la première heure, dont la connaissance des milieux français rendit d'éminents services à la délégation suisse à Paris, a quitté le Comité, où on ne lui a pas désigné de successeur.

Commission de la fondation Denzler. (Président: *M. Schiesser,* Baden.)

Cette année également il ne fut pas encore possible de terminer l'examen approfondi des travaux présentés au concours et d'attribuer les prix car la mort de M. Sulzberger retarda sensiblement ces travaux.

La *commission pour les questions d'enseignement* (Président: *E. Heusser,* Aarau) a été supprimée par décision du comité du 13 décembre 1935. La question dans quel sens ce problème sera traité à l'avenir reste pour le moment en suspens.

La *commission pour la protection des bâtiments contre la foudre* (Président: M. *E. Blattner,* Berthoud) n'a pas eu de séance en 1935. Les «directives de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre», mises à l'enquête publique en juin 1934 (voir Bulletin ASE 1934, No. 13) ont pu être mises au net par circulaire au début de l'année et les modifications nécessaires à la suite des différentes requêtes, ont été publiées au Bulletin (Bull. ASE 1935, No. 2). A la demande de la Direction générale des PTT, une délégation de la commission visita quelques centraux téléphoniques automatiques du réseau de Berthoud pour fixer les mesures de protection à prendre dans ces installations (protection du bâtiment et mise à la terre des masses métalliques intérieures (panneaux). Le rapport y relatif a été approuvé par la commission par voie de circulaire, puis remis à l'administration des PTT.

Le secrétariat général a poursuivi ses investigations sur les coups de foudre en collaboration avec les instituts cantonaux d'assurance contre le feu. M. Morel, ingénieur au secrétariat général se chargea de la partie théorique et technique d'un cours de 2 jours, organisé par l'institut cantonal d'assurance de Zurich, pour les constructeurs de paratonnerres. En outre le secrétariat de la commission fut appelé par des instituts d'assurance à faire quelques expertises sur des cas de foudre présumés. Les investigations approfondies poursuivies depuis 1931 ont fourni au secrétariat une documentation très riche qui lui permet de traiter avec succès les problèmes les plus difficiles de la protection des bâtiments contre la foudre.

Travaux de recherches à l'aide de l'oscillographe cathodique.

Le comité d'action de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique, s'est réuni 4 fois en 1935, la commission elle-même une fois.

Pendant l'année écoulée, la commission eut à déplorer le décès subit de son émérite président M. K. Sulzberger. C'est à son initiative, à son dévouement et à sa direction experte que la commission doit son existence et une bonne partie de ses succès. Jusqu'à la nomination du nouveau président, le délégué des entreprises électriques intéressées, M. P. Weingart, Klosters, a bien voulu se charger de présider le comité d'action.

Les mesures de perturbations atmosphériques entreprises en été 1934 sur la ligne du Gothard, avec la collaboration active des Ofelti Bodio, à Lavorgo, ont pu être poursuivies. Tandis que l'été 1934 a été très pauvre en orages dans ces contrées, on a constaté en 1935 plusieurs perturbations très intéressantes sur les 2 lignes en cause. Les résultats ont été communiqués et discutés par l'ingénieur chargé des essais M. K. Berger, au Bulletin ASE 1936, No. 6. Outre les mesures oscillographiques des surtensions, les essais ont porté principalement sur l'intensité des courants de décharge et sur la raideur des impulsions de courant; ils ont conduit à des découvertes intéressantes. Comme les années précédentes, les essais de dispositifs de protection contre les surtensions ainsi que les questions générales de la protection contre les surtensions, ont nécessité beaucoup de temps et de travail. Pour résoudre pratiquement les différentes questions relatives à la protection contre les surtensions, on a projeté une installation de choc modèle qui se prête au transport sur route. Cette installation permettra de contrôler directement dans les installations à protéger l'efficacité et la sécurité des dispositifs qui avaient été reconnus bons, lors des essais à Gösgen. Cette installation de choc modèle sera une pierre d'angle dans la technique de l'essai des dispositifs de protection contre les surtensions. Un premier projet de directives pour l'essai des dispositifs de protection contre les surtensions a été publié au Bulletin de l'ASE 1935, No. 9, page 243, puis discuté à fond dans les 4 séances du comité d'action. La rédaction définitive de ces directives sera soumise en 1936 à l'approbation du comité de l'ASE. Un projet de ces directives a été présenté en 1935, par l'ingénieur chargé des essais, à la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension, avec le résultat que la Suisse fut chargée d'établir un projet de règles internationales pour l'essai des dispositifs de protection contre les surtensions.

L'élargissement de l'installation de choc de Gösgen, y compris l'adjonction d'une ligne d'essai plus longue, projetée pour 1935, a dû être renvoyée jusqu'à ce que la réorganisation de la commission qui sera nécessaire à fin 1936, soit réglée. Nous devons une grande reconnaissance aux Officine Elettriche Ticinesi pour leur collaboration aux mesures de perturbations ainsi qu'à l'usine électrique d'Olten-Aarburg pour son aide précieuse lors des essais de choc à Gösgen.

Relations avec des administrations et associations suisses.

Avec l'*Office fédéral de l'Economie électrique,* les relations ont été agréables. La statistique offi-

cielle publiée par cet office dans notre Bulletin et élaborée en collaboration avec l'UCS, est fort appréciée des spécialistes suisses et étrangers à cause de sa clarté.

Les relations étroites avec l'*Ecole Polytechnique Fédérale (EPF)* sont encore resserrées par des relations personnelles. Avec l'administration de sa bibliothèque nous avons établi la revue des périodiques de notre branche. Nous nous sommes également chargés de publier les différentes conférences données à l'EPF, soit comme manifestations spéciales, soit comme conférences de la Société de Physique. Nous tenons à remercier particulièrement M. le professeur Tank pour la précieuse collaboration qu'il accorde au Bulletin et à l'ASE par la rédaction de la rubrique «haute fréquence», toujours plus appréciée des spécialistes.

Nous avons été en rapports très étroits avec l'*Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne* soit par M. le professeur Landry, président de la Commission de corrosion, soit par M. le professeur Juillard, président du Comité National suisse de la CIGRE.

Nous maintenons également des relations suivies avec les *technicums*, en particulier avec ceux de Winterthour, de Berthoud, de Bienne et également avec ceux de Fribourg et de la Chaux-de-Fonds.

Nos relations avec l'*Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones (PTT)* ont été bonnes, non seulement dans le domaine des perturbations radiophoniques mais aussi dans celui de la corrosion et de la technique des communications.

L'ASE a été représentée à l'assemblée des délégués de la *Société Suisse du Commerce et de l'Industrie;* elle a eu également quelques entretiens avec le bureau du Vorort.

L'ASE s'est fait représenter aux assemblées générales de l'*Union Suisse des Installateurs-Electriciens*, de l'*Association Suisse des Techniciens*, de l'*Union Suisse d'Entreprises de Transport*, de la *Société Suisse des Ingénieurs et Architectes*, de l'*Association Amicale des Anciens Elèves de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne* et de la *Société Suisse de l'Industrie du Gaz et de l'Eau.*

A l'assemblée générale de Zermatt les associations suisses suivantes étaient représentées: la *Société Suisse pour l'Aménagement des Eaux*, l'*Electrodiffusion*, l'*Union Suisse des Installateurs-Electriciens*, l'*Union Suisse d'Entreprises de Transport*, la *Société Suisse de l'Industrie du Gaz et de l'Eau*, la *Société Suisse des Ingénieurs et Architectes*, l'*Association Amicale des Anciens Elèves de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.*

Relations avec des associations étrangères.

L'ASE a entretenu avec les associations étrangères, en premier lieu par le Bulletin, mais aussi par une correspondance suivie et par un échange de périodiques, de prescriptions et de normes, des relations étroites à propos des différents problèmes de l'électrotechnique.

L'ASE s'est fait représenter à l'assemblée annuelle du Verband Deutscher Elektrotechniker, du 20 au 23 juin 1935 à Hambourg, par M. le professeur Dünner, membre du comité.

En 1935, il y a de nouveau eu une session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension à Paris du 27 juin au 6 juillet. Non seulement l'ASE mais aussi l'industrie électrique suisse y était fortement représentée. Ses nombreux rapports ont contribué à développer le renom de la Suisse comme pays de l'électricité par excellence et comme contrée industrielle en particulier. Du fait de la situation financière pas très favorable de la CIGRE, il a été nécessaire que l'Association participe aux frais de publication des rapports suisses importants. Nous sommes certains que cette dépense, faite dans l'intérêt général du pays, n'a pas été vaine.

Du 18 au 29 juin a eu lieu à Schéveningue et à Bruxelles, une assemblée plénière de la Commission Electrotechnique Internationale à laquelle les intérêts suisses étaient représentés par une délégation nombreuse. Du 2 au 10 juillet a eu lieu une assemblée plénière de la Commission Internationale de l'Eclairage à Berlin et à Karlsruhe, à laquelle participèrent les délégués de l'ASE et de l'UCS (voir à ce sujet les rapports spéciaux du CES et du CSE).

Le 10 mai 1935, la Société Belge des Electriciens a célébré son 50[e] anniversaire. M. Payot, membre du comité a bien voulu se charger de représenter l'ASE à cette importante cérémonie.

A l'assemblée générale de Zermatt, les associations étrangères suivantes ont été représentées: l'*Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique*, le *Syndicat Français des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique*, le *Verband Deutscher Elektrotechniker*, le *Reichsverband der Elektrizitätsversorgung*, la *Vereeniging van Directeuren van Electriciteitsbedrijven in Nederland* et l'*Union des Exploitations Electriques en Belgique.*

Mutations.

Malgré que la dépression économique persiste et se soit même aggravée dans notre pays, l'effectif de l'ASE a enregistré une légère augmentation aussi bien parmi les membres individuels que parmi les membres collectifs.

	Membres honoraires	Autres membres individuels	Membres étudiants	Membres collectifs	Total
Etat au 1er janvier 1935	11	1281	13	798	2103
Démissions et décès en 1935	1	68	—	14	83
	10	1213	13	784	2020
Entrées en 1935 . . .	—	61	10	21	92
Membres étudiants devenus membres individuels en 1935 .	—	+ 5	— 5	—	—
Etat au 31 décembre 1935	10	1279	18	805	2112

Finances.

Le résultat financier de l'année écoulée est malheureusement moins favorable que celui de l'année précédente, en ce sens que, pour couvrir un déficit, on a dû faire appel à des gains de cours antérieurs sur des papiers-valeurs. Cet état de choses pourrait faire réfléchir s'il n'avait été engendré par des conditions particulières: augmentation des dépenses de l'ASE par suite de subventions, de frais de représentation à des congrès internationaux et d'autres dépenses spéciales. A l'avenir il y aura lieu de tendre à une réduction de ces dépenses. L'Association doit gérer ses affaires avec prudence car elle doit éviter à tout prix une diminution de sa fortune. Par les fortes sommes investies dans l'immeuble, l'ASE assume toujours encore des charges importantes et l'avenir nous réserve encore des dépenses particulières surtout pour l'exposition nationale qui est en train de se monter.

Nous proposons de répartir l'excédent des recettes du compte de l'Association, s'élevant à fr. 918.42 comme suit:

fr. 500.— à verser au compte capital et reporter
fr. 418.42 à compte nouveau.

Le compte de l'immeuble de l'ASE boucle par un excédent des recettes de fr. 1397.52, que nous proposons de reporter à compte nouveau.

Sur l'état des fonds Denzler et de la Commission d'Etude, les comptes en cause fournissent les indications voulues.

Zurich, le 1er mai 1936.

Pour le Comité
de l'Association Suisse des Electriciens:

Le Président: (sig.) *M. Schiesser.*

Le Secrétaire général: (sig.) *A. Kleiner.*

ASE

Compte de l'année 1935 et Budget pour 1937.

	Budget 1935 fr.	*Compte 1935* fr.	*Budget 1937* fr.
Recettes:			
Solde de l'année précédente	—	58.40	—
Cotisations des membres	85 000	89 254.—	88 000
Intérêts	4 800	5 727.65	5 000
Subvention de la Caisse nationale suisse d'assurance-accidents à Lucerne	10 000	10 000.—	10 000
Recettes diverses	—	3 433.75	—
	99 800	108 473.80	103 000
Dépenses:			
Cotisations à d'autres associations	4 000	3 499.63	5 000
Subvention ordinaire au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS	74 000	74 000.—	74 000
Subvention aux frais d'exploitation de la Station d'essai des matériaux	10 000	10 000.—	10 000
Impôts (y-compris les impôts pour les Institutions de Contrôle)	3 000	3 366.60	4 500
Subvention aux travaux avec l'oscillographe cathodique	3 000	3 000.—	3 000
Divers	5 800	13 689.15	6 500
Excédent des recettes	—	918.42	—
	99 800	108 473.80	103 000

Bilan de l'ASE au 31 décembre 1935.

Actif:		fr.
Valeurs		123 437.—
Débiteurs:		
Secrétariat général	7 528.17	
Commission de Corrosion	12 204.82	
Divers	13 738.45	33 471.44
Banque		9 324.—
Compte de chèques postaux		3 034.62
Caisse		476.68
Valeurs pour cautionnements	10 000.—	
		169 743.74

Passif:		fr.
Capital		92 500.—
Créditeurs:		
Institutions de Contrôle	7 067.32	
Réserve du Secrétariat général	6 744.15	
Immeuble	22 701.22	
Oscillographe cathodique	12 354.45	
Divers	27 458.18	76 325.32
Solde suivant le compte 1935		918.42
Cautionnements	10 000.—	
		169 743.74

Fonds de la commission d'études.

			fr.
		Recettes:	
1er janvier 1935	Solde		10 842.25
31 décembre 1935	Intérêts		322.25
			11 164.50
		Dépenses:	
31 décembre 1935	Frais de banque		3.–
		Etat au 31 décembre 1935	11 161.50

Fonds Denzler.

			fr.
		Recettes:	
1er janvier 1935	Solde		42 865.95
31 décembre 1935	Intérêts		1 432.50
			44 298.45
		Dépenses:	
31 décembre 1935	Frais de banque		18.50
		Etat au 31 décembre 1935	44 279.95

Immeuble de l'A S E

Compte d'exploitation pour 1935 et Budget pour 1937.

	Budget 1935 fr.	*Compte 1935* fr.	*Budget 1937* fr.
Recettes:			
Solde de l'année précédente	–	1 363.11	—
Loyer du Secrétariat général	9 500	9 500.–	9 500
Loyer de l'Inspectorat des installations à courant fort	11 250	11 250.–	11 250
Loyer de la Station d'essai des matériaux	24 300	24 300.–	24 300
Loyer de la Station d'étalonnage	14 400	14 400.–	14 400
Loyer du concierge	1 000	970.–	950
Loyer de l'Administration des téléphones	2 200	2 200.–	–
Intérêts de créances	800	616.–	1 400
	63 450	64 599.11	61 800
Dépenses:			
Intérêts de la Ire hypothèque à la Banque cantonale zurichoise	16 650	14 800.–	16 000
Intérêts des obligations à 3 %	1 050	1 029.–	1 050
Intérêts des obligations à 5 %	1 250	1 235.–	1 250
Assurance contre l'incendie et la responsabilité civile	450	789.70	450
Taxes: Impôt immobilier, taxe de vidange, taxe pour l'eau	1 050	1 031.60	1 050
Amortissements et réserves pour renouvellements	30 000	30 000.–	30 000
Entretien de l'immeuble, travaux supplémentaires, convention avec la Société fiduciaire représentant les obligataires; divers	13 000	14 316.29	12 000
Excédent des recettes	–	1 397.52	–
	63 450	64 599.11	61 800

Bilan de l'immeuble de l'ASE au 31 décembre 1935.

Actif:	fr.	*Passif:*	fr.
Immeuble (Valeur assurée fr. 600 000.—)	440 000.–	Hypothèque de la Banque cantonale zurichoise	370 000.–
Avoir de l'ASE	22 701.22	Obligations hypothécaires 3 %	35 000.–
		Obligations hypothécaires 5 %	25 000.–
		Amortissement 1935	20 000.–
		Réserves pour renouvellements	11 303.70
		Excédent des recettes	1 397.52
	462 701.22		462 701.22

Rapport des Institutions de contrôle pour 1935.

Généralités.

Les affaires concernant les Institutions de contrôle ont été discutées par la commission d'administration en deux séances plénières. Le comité de direction a tenu, d'autre part, trois séances, auxquelles ont participé les ingénieurs en chef et les délégués de la commission d'administration aux institutions de contrôle. En outre, les délégués et les ingénieurs en chef se sont réunis quatre fois pour s'entretenir de questions importantes touchant les diverses sections des institutions.

Monsieur K. Sulzberger, Dr phil., qui fut pendant de nombreuses années délégué à la station d'étalonnage, puis à la station d'essai des matériaux, est décédé subitement le 9 septembre 1935. Nous tenons à rappeler ici avec gratitude les services éminents qu'il a rendus aux institutions de contrôle.

Inspectorat des installations à courant fort.

Le tableau 1 (page 325) montre que le nombre des abonnés n'a pas diminué malgré la crise et malgré les restrictions et arrêts d'exploitation qu'elle a entraînés. Huit contrats d'abonnement nouveaux ont été conclus avec des distributeurs d'électricité, tandis que trois distributeurs ont résilié les leurs. Le supplément annuel de recettes qui résulte de ces changements est de 1579 francs. Dans la catégorie des abonnés non-distributeurs nous avons enregistré sept résiliations et cinq nouveaux contrats. Si, dans cette catégorie, le montant total des primes d'abonnement a augmenté de 10 984 francs, cela est dû avant tout à un contrat conclu avec l'établissement d'assurance-incendie du canton de Lucerne pour le contrôle des installations intérieures. Aux termes de ce contrat l'inspectorat s'est engagé, moyennant une augmentation équitable du taux d'abonnement, à mettre à la disposition de l'assurance un second sous-inspecteur.

Le tableau 2, page 325, illustre l'activité de l'inspectorat comme *organe de contrôle de notre association.* Il montre qu'il n'a toujours pas été possible de faire, à une fréquence normale, les inspections auprès des abonnés distributeurs d'énergie, tandis qu'au contraire les installations des abonnés non-distributeurs ont pu de nouveau être inspectées normalement en 1935. La persistance d'un retard dans les inspections de la première catégorie est due au fait qu'un nouvel inspecteur, engagé pour remplacer celui qui a pris sa retraite en 1934, n'a pu entrer en service que le 1[er] juillet 1935. Dans l'ensemble il a été fait en 1935 quinze inspections de plus qu'en 1934. Les autres fonctions de l'inspectorat ont d'ailleurs occupé son personnel de plus en plus. Nous mentionnerons, comme telles, l'examen, quant à leur conformité aux prescriptions sur les installations intérieures, d'appareils et de matériel soumis pour expertise à la station d'essai des matériaux. L'inspectorat a participé aux séances de la commission des normes et aux travaux préliminaires correspondants. Son personnel a été, en outre, fort occupé par la révision des prescriptions sur les installations intérieures. Il a collaboré, avec le bureau technique de la société suisse des sapeurs-pompiers, à l'établissement d'un projet d'instructions destinées aux électriciens des corps de sapeurs-pompiers et a participé aux séances d'une commission créée à cet effet et présidée par l'ingénieur en chef de l'inspectorat. Enfin l'inspectorat a établi, en collaboration avec les chefs d'exploitation de quelques entreprises de distribution, un schéma normal d'instructions internes pour le personnel électricien des entreprises.

Nous n'avons rien de particulier à signaler touchant les *résultats des inspections* et nous rappelons simplement à ce sujet ce que nous avons déjà dit dans notre dernier rapport. En suite de la publication dans le bulletin de l'ASE du nouveau texte des paragraphes qui, dans les prescriptions sur les installations intérieures, concernent la mise à la terre et la mise au neutre, l'intérêt porté à cette question s'est beaucoup accru. Nous le constatons chaque jour.

Le tableau 3 (page 325), dispose comme les années précédentes, résume l'activité de l'inspectorat comme *organe fédéral de contrôle.* Voici, d'ailleurs, quelques renseignements complémentaires à ce sujet.

Le nombre total des *projets d'installations électriques* soumis à l'approbation de l'inspectorat au cours de l'année 1935 a été de 1865 (contre 2163 en 1934). 1232 (contre 1465) de ces projets se rapportaient à des lignes, tandis que 633 (698) concernaient des stations génératrices, transformatrices etc. Parmi les projets de lignes 497 (562) concernaient des lignes à haute tension, 708 (872) des lignes à basse tension, et 27 (25) des supports de lignes de construction spéciale. La longueur totale des lignes aériennes à haute tension faisant l'objet

de ces projets est d'environ 200 (210) km et celle des lignes souterraines à haute tension d'environ 74 (95) km. Les conducteurs de presque toutes ces lignes sont en cuivre. Dans la catégorie des lignes à basse tension la grande majorité des projets se rapportaient à des modifications et extensions de réseaux existants et ont été soumis à l'approbation de l'inspectorat par formulaire spécial. Il résulte des chiffres ci-dessus que, dans le domaine des lignes électriques, l'activité constructive, qui avait marqué de 1933 à 1934 une reprise sensible, a de nouveau baissé quelque peu. L'évolution a été la même dans le domaine des stations génératrices, transformatrices, etc. En 1935 un seul projet (contre 10) concernait une centrale de moins de 200 kW, et 3 (contre 4) des centrales de puissances supérieures. De même le nombre des projets relatifs à des modifications ou extensions de centrales n'a été en 1935 que de 1 (contre 9). Par contre nous avons reçu 76 (55) projets relatifs à des postes de couplage nouveaux ou à modifier, 6 (7) projets relatifs à des moteurs et postes de réglage à haute tension, et 36 (31) projets relatifs à l'installation de redresseurs, de chaudières électriques etc. Les projets concernant des stations transformatrices nouvelles ou à modifier ont atteint le nombre de 510 (582) avec un total de 632 (747) transformateurs. De ces derniers 511 (574) devaient servir à alimenter des réseaux publics, 93 (119) à desservir des établissements industriels et 28 (54) à couvrir les besoins propres des centrales d'électricité. Les plus importantes mises en service de l'année 1935 ont été celle de la centrale de Klingnau de la S. A. Aarewerke et celle de la centrale de Chandoline et de son poste en plein air, propriété de la S. A. La Dixence.

Les installations nouvelles dont les projets nous furent soumis ont été contrôlées au cours de 684 (contre 734) inspections. 78 (85) approbations de projets ont nécessité une visite préalable des lieux. 184 (179) installations anciennes ont été inspectées à l'occasion d'autres contrôles. En outre nous avons procédé à 10 (9) inspections de dispositifs de comptage contrôlant des lignes d'exportation.

Au cours de l'année 1935 nous avons été avisés de 83 (113) *accidents* survenus dans des installations à courant fort n'appartenant pas aux chemins de fer. Ces accidents ont frappé 84 (118) personnes, dont 21 (27) mortellement. Ils se répartissent comme suit:

	haute tension		*basse tension*	
	tués	blessés	tués	blessés
Personnel d'exploitation	1	6	—	1
Monteurs	1	1	2	22
Tiers	2	7	15	26
Total	4	14	17	49

Un rapport détaillé sur ces accidents sera publié, comme d'habitude, dans le bulletin de l'ASE.

L'inspectorat a eu à s'occuper en 1935 de 46 (51) cas d'*incendies*. Dans 21 (27) de ces cas il a été prouvé que l'incendie était dû à l'installation électrique. Dans 8 (13) autres cas la cause de l'incendie n'a pu être déterminée et enfin dans 17 (11) cas aucun indice n'a permis d'incriminer l'installation électrique.

L'inspectorat a été appelé à remettre au Ministère Public Fédéral des rapports technico-juridiques sur 120 (123) cas d'enquête pénale pour *infraction à la loi sur les installations électriques*. Sur les 120 dossiers d'enquête reçus 85 (96) concernaient des endommagements ou des mises en danger d'installations à courant fort (pour la plupart imputables à des automobilistes), tandis que les 35 (27) autres cas étaient relatifs à des délits de détournement d'énergie électrique.

Le *personnel* technique de l'inspectorat, diminué depuis 1934 par suite de la mise à la retraite d'un inspecteur, a été ramené le 1er juillet 1935 à l'effectif normal par l'entrée en fonctions de Mr. J. Ganguillet, ingénieur EPF.

Station d'essai des matériaux.

Les chiffres relevés au tableau 4 de la page 326 montrent que le total des *ordres reçus* ainsi que le total des *objets à essayer* accuse, en dépit de la persistance des conditions économiques défavorables actuelles, une légère augmentation par rapport à l'année précédente. L'analyse plus approfondie de la statistique fait ressortir, dans la branche du matériel d'installation, un accroissement d'activité en ce qui concerne les essais de conducteurs isolés, de prises de courant, de coupe-circuit et de boîtes de dérivation. Par suite de l'entrée en vigueur des Normes revisées et complétées relatives aux transformateurs de faible puissance, les ordres d'essai de ce genre d'appareils ont également subi une augmentation. De même le nombre des appareils ménagers et de ceux se rattachant à la petite industrie, et qui ont été envoyés à l'essai, a de nouveau augmenté sensiblement. Ce fait peut être attribué d'une part à l'élaboration et à la mise en vigueur de prescriptions d'essai et d'examen pour de semblables appareils, et d'autre part à la compréhension de plus en plus générale, qu'il est dans l'intérêt bien compris de tous de n'autoriser que le raccordement aux installations électriques intérieures d'appareils approuvés et répondant en tous points aux normes et règlements en vigueur. Mais malgré cela un travail de propagande considérable doit encore être fait pour mettre un frein à l'extension de la vente d'ap-

pareils de médiocre qualité, souvent dangereux, par des fournisseurs sans conscience et dépourvus des connaissances professionnelles les plus élémentaires. Les organes compétents de l'ASE et de l'UCS ne cessent d'envisager et de prendre toutes les mesures qui s'imposent dans ce sens, en vue d'améliorer cet état de choses.

L'apparition sur le marché de nouveaux modèles d'*appareils de télédiffusion* a eu pour conséquence d'apporter à notre Station une activité très appréciable, en ce qui concerne les essais d'appareils de ce genre. Les fabricants suisses ayant entrepris sur une vaste échelle la construction de récepteurs radiophoniques et d'appareils amplificateurs, ainsi que de postes combinés pour télédiffusion et radio, notre pays a un intérêt incontestable à l'étude et l'élaboration de prescriptions d'essai pour ce genre d'appareils. Un premier pas a été fait dans cette voie au cours de l'année écoulée, en ce sens qu'une conférence préparatoire tenue sous les auspices de la Commission des Normes, a réuni, pour un premier échange de vues, les fabricants intéressés.

C'est vers la fin de l'année que s'est également manifesté un intérêt croissant pour le *signe «Antiparasite»* introduit par l'ASE pour les appareils dépourvus d'influence perturbatrice sur la réception radiophonique, et que des ordres d'essai de tels appareils sont arrivés en nombre toujours plus élevé à la Station d'essai des matériaux. Les recherches et les mesures en relation avec le problème du «déparasitage» ont occupé en plein notre spécialiste en haute fréquence pendant presque toute l'année, et l'accroissement des ordres d'essai de ce genre va permettre aussi l'amortissement prochain de l'installation de mesure, relativement coûteuse que nous avons dû en son temps acquérir dans ce but.

L'emploi toujours plus étendu de *condensateurs* pour annihiler l'influence parasitaire d'appareils électriques recèle en lui-même un danger, par l'insuffisance de l'isolement des condensateurs placés à l'intérieur des appareils en question et peut diminuer la sécurité des personnes. La Station d'essai des matériaux a ainsi, pour cette raison, élaboré un projet de «Normes pour condensateurs antiparasites» qui sera soumis prochainement à l'examen et à l'approbation, après discussion et mise au point, de la Commission des Normes.

Comme ce fut le cas au cours des années antérieures, la Station d'essai des matériaux a collaboré dans une large mesure aux autres *travaux de la Commission des Normes*. C'est ainsi qu'elle a élaboré un complément aux Normes relatives aux interrupteurs, en ce qui concerne notamment les «Interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou à déclenchement à distance par commande électrique et pour contacteurs», et qu'elle a poussé la préparation des «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs automatiques pour installations intérieures» et de celles relatives aux «Interrupteurs de protection pour moteurs», de telle sorte que ces compléments, après avoir été discutés avec les représentants des fabriques suisses intéressées, ont pu être mis au point par la Commission des Normes au cours de l'année écoulée, et être mis en vigueur par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS à partir du 1^er janvier 1936. La discussion des «Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs de protection pour moteurs» n'a pu être terminée en 1935, mais le sera sans aucun doute au début de l'année 1936.

Pour la *«Sous-Commission des applications thermiques de l'électricité»*, la Station d'essai des matériaux a élaboré une série de projets de prescriptions techniques relatives aux supports de fers à repasser, aux coussins chauffants électriques, aux plaques de cuisson, aux cuisinières électriques, aux cuiseurs individuels, aux réchauffeurs par circulation et enfin aux armoires frigorifiques, qui ont été discutés au cours de six séances de la dite Commission. Les prescriptions relatives aux supports de fers à repasser, aux coussins chauffants, aux plaques de cuisson et aux cuisinières électriques ont pu être mises au point au cours de l'année écoulée, et transmises à la Commission d'administration en vue de leur mise en vigueur.

En-dehors des travaux exécutés pour ces Commissions, dont certains ont nécessité des travaux préparatoires de laboratoire importants, des essais étendus ont été effectués en vue de mettre au point une épreuve de qualification pour la batterie des cuisinières électriques.

Comme ce fut le cas au cours des années antérieures, la Station d'essai des matériaux a pris une part active aux délibérations de la *Commission Internationale des Questions d'Installation (IFK)*.

C'est au cours de l'exercice écoulé que notre *installation d'essai à haute tension* a pu être transférée dans la halle spacieuse de la sous-station de Letten, louée pour plusieurs années au Service de l'électricité de la ville de Zurich. La Station d'essai des matériaux se trouve ainsi être en possession d'une plate-forme d'essai répondant à toutes les exigences actuelles de la technique de la haute tension. En même temps, les locaux devenus libres dans le bâtiment de l'Association permettent de réaliser enfin une meilleure organisation des laboratoires d'essai du matériel d'installation et des appareils électriques de tous genres, qui était devenue absolument nécessaire. L'étude d'une installation moderne de choc, avec appareillage de mesure, pour le nouveau laboratoire de Letten, a pu être achevée au cours de cet exercice, de sorte que l'on peut entrevoir avec certitude sa mise en service pour le premier semestre de 1936. Cet agrandissement, et en même temps ce précieux complément de la Station d'essai des matériaux, met cette dernière en état de procéder à tous les essais de rigidité diélectrique du matériel d'installation, sur la base des découvertes

les plus récentes dans le domaine de la technique de la haute tension. Les avantages de ce nouveau laboratoire à haute tension sont si évidents qu'ils ont amené, déjà au cours de l'exercice écoulé, une recrudescence marquée du nombre des ordres d'essai et des objets à essayer.

A la suite de très longs pourparlers entre les fabriques de lampes à incandescence d'une part, l'Union des Centrales Suisses et l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens d'autre part, un contrat a été conclu au cours de l'exercice écoulé entre ces trois groupements, ainsi qu'un second contrat entre les dites fabriques et la Station d'essai des matériaux. Ces contrats ont réglé définitivement l'introduction d'une estampille d'essai de l'ASE apposée sur les lampes à incandescence qui répondent aux nouvelles «Conditions techniques de l'ASE»; ils ont eu en outre comme résultat que la Station d'essai a été très fortement occupée pendant le dernier trimestre de l'exercice par l'exécution de nombreux et importants essais dits d'admission pour l'obtention du droit à l'estampille d'essai de l'ASE. Nous tenons particulièrement à remercier ici Monsieur W. Trüb, à l'active collaboration de qui est dû en bonne partie ce contrat si importanrt pour les institutions de contrôle.

Pour tenir compte des conditions économiques extrêmement défavorables qui entravent le développement industriel de notre pays, il a été procédé au cours de l'exercice écoulé à l'étude d'une diminution des taxes des essais, et il a été décidé, pour le début de l'exercice en cours, une réduction sensible des prix du fil distinctif de qualité et des marques de contrôle pour matériel d'installation.

Les ateliers de la Station d'essai des matériaux ont été constamment occupés en plein, grâce aux travaux d'installation du nouveau laboratoire à haute tension et la transformation des laboratoires du bâtiment de l'Association.

L'effectif du personnel ne présente pas de changement appréciable par rapport à l'année précédente.

Station d'étalonnage.

Le degré d'occupation de la Station d'étalonnage n'a que peu changé par rapport à l'année précédente; il peut être considéré, en tenant compte de la persistance de la crise économique, comme satisfaisant. Il ressort des chiffres du tableau de la page 327 que le nombre total des ordres reçus a été en légère diminution, mais que le nombre des appareils étalonnés a augmenté de quelques centaines au total. La répartition des appareils essayés entre les diverses catégories ne présente, par rapport à l'année antérieure, pas de différence appréciable. La dépression qui règne dans l'industrie trouve son expression dans le nombre relativement réduit, et resté très faible, des transformateurs de mesure présentés aux essais officiels. La même remarque s'applique aux essais effectués par la Station d'étalonnage hors de ses laboratoires, puisque pour les essais de réception et les essais d'appareils sur place, 34 journées de travail seulement ont été nécessaires, alors qu'il y en avait eu encore 163 pendant l'exercice précédent. C'est pourquoi l'ingénieur chargé habituellement de ces travaux à l'extérieur a été occupé en majeure partie par des études et recherches à la Station d'essai des matériaux.

L'effectif du personnel de la Station d'étalonnage ne présente, par rapport à l'année antérieure, aucun changement.

Comptes.

Le compte d'exploitation des *Institutions de contrôle* présente, avec fr. 754 179.73 aux recettes et fr. 753 698.28 aux dépenses, un solde actif de fr. 481.45. Nous proposons d'approuver ce compte et de verser l'excédent de recettes au compte «capital d'exploitation».

Un secours de fr. 600.— a été prélevé, conformément aux statuts, sur le *fonds de prévoyance du personnel.* Par suite de la baisse de cours des titres, la valeur de ce fonds s'est trouvée ramenée, à fin 1935, à fr. 97 238.—.

Zurich, le 30 avril 1936.

La Commission d'administration.

1. Entwicklung des Starkstrominspektorates als Vereinsinspektorat.
Développement de l'Inspectorat des installations à courant fort comme organe de l'Association.

	31. Dez. 1931 31 déc. 1931	31. Dez. 1932 31 déc. 1932	31. Dez. 1933 31 déc. 1933	31. Dez. 1934 31 déc. 1934	31. Dez. 1935 31 déc. 1935
Totalzahl der Abonnenten — Nombre total d'abonnés	1038	1039	1053	1057	1060
Totalbetrag der Abonnemente — Montant total des abonnements . . . Fr.	223 157.60	223 418.40	224 037.40	224 681.–	237 244.—
Zahl der abonnierten *Elektrizitätswerke* — Nombre des centrales électriques abonnées	511	509	515	514	519
Beitragspflichtiger Wert ihrer Anlagen — Valeur de leurs installations, servant à fixer le taux d'abonnement . . . Fr.	328 424 343.–	338 843 208.–	339 087 770.–	342 491 776.–	348 950 454.—
Summe ihrer Abonnementsbeträge — Montant de leurs abonnements . . . Fr.	133 862.40	134 826.40	135 185.40	133 368.–	134 947.—
Durchschnittlicher Abonnementsbetrag — Montant moyen par abonnement . . . Fr.	261.96	264.88	262.50	259.50	260.—
Summe der Abonnementsbeträge in ‰ des Wertes der Anlagen — Montant d'abonnement en ‰ de la valeur des installations	0,407	0,398	0,398	0,389	0,386
Zahl der abonnierten *Einzelanlagen* — Nombre *d'installations isolées* abonnées	527	530	538	543	541
Summe ihrer Abonnementsbeträge — Montant de leurs abonnements . . . Fr.	89 295.20	88 592.–	88 852.–	91 313.–	102 297.—
Durchschnittlicher Abonnementsbetrag — Montant moyen par abonnement . . Fr.	171.34	167.15	165.15	168.15	189.10

2. Tätigkeit des Starkstrominspektorates als Vereinsinspektorat.
Activité de l'Inspectorat des installations à courant fort comme organe de l'Association.

	1931	1932	1933	1934	1935
Anzahl der Inspektionen bei Elektrizitätswerken — Nombre d'inspections exécutées auprès de stations centrales	535	496	525	483	465
Anzahl der Inspektionen bei Einzelanlagen — Nombre d'inspections exécutées auprès d'installations isolées	556	514	583	508	541
Totalzahl der Inspektionen — Nombre total d'inspections	1091	1010	1108	991	1006

3. Tätigkeit des Starkstrominspektorates als eidgenössische Kontrollstelle.
Activité de l'Inspectorat des installations à courant fort comme instance fédérale de contrôle.

	1931	1932	1933	1934	1935
Anzahl der erledigten Vorlagen und Anzeigen — Nombre de demandes d'approbation de plans et d'avis de projets classés	2367	2174	2081	2092	1941
Anzahl der am Jahresende in Behandlung befindlichen Vorlagen und Anzeigen — Nombre de demandes d'approbation de plans et d'avis de projets à l'examen	109	142	102	144	57
Anzahl der eingereichten Enteignungsbegehren — Nombre de demandes d'expropriation classées	9	4	3	6	4
Anzahl der unabhängig von Enteignungsbegehren vorgenommenen Inspektionen fertiger Anlagen — Nombre d'inspections exécutées indépendamment de questions d'expropriation	1216	1072	1110	913	868
Anzahl der Inspektionsberichte — Nombre de rapports d'inspection	1002	906	905	763	788

4. Statistik der bei der Materialprüfanstalt eingegangenen Aufträge. Statistique des ordres remis à la Station d'essai des matériaux.

Prüfgegenstände: — Objets:	Anzahl Aufträge Nombre des ordres		Anzahl Muster Nombre des échantillons	
	1934	1935	1934	1935
Blankes Leitermaterial — Conducteurs nus	7	6	15	14
Isoliertes Leitermaterial — Conducteurs isolés	33	37	144	180
Widerstandsmaterial — Matériel pour résistances	4	3	5	7
Künstliches und verarbeitetes Isoliermaterial — Isolants artificiels et usinés	39	26	346	249
Magnetisches Material — Matières magnétiques	4	11	9	12
Isolieröl — Huile isolante	48	38	135	121
Isolatoren — Isolateurs	11	21	187	364
Dosenschalter — Interrupteurs sous boîtier	155	152	1278	1202
Steckkontakte — Prises de courant	71	106	369	672
Schmelzsicherungen (Schmelzeinsätze einzeln gezählt) — Coupe-circuit (fusibles comptés chacun séparément)	97	97	5840	6605
Lampenfassungen — Douilles de lampes	10	7	99	43
Verbindungsdosen — Boîtes de dérivation	64	54	638	734
Verbindungsmittel — Raccords	1	1	1	1
Isolierrohre — Tubes isolants	6	—	64	—
Installationsselbstschalter — Interrupteurs automatiques pour installations intérieures	10	5	100	18
Kastenschalter — Interrupteurs sous coffret	50	51	174	152
Motorschutzschalter — Interrupteurs de protection pour moteurs	8	3	24	5
Andere automatische Schalter — Autres interrupteurs automatiques	34	26	98	115
Hochspannungsschalter — Interrupteurs à haute tension	3	1	13	1
Metalldrahtlampen — Lampes à filament métallique	20	22	1075	532
Metalldrahtlampen (Dauerprüfungen) — Lampes à filament métallique (essai de durée)	43	28	1493	1246
Beleuchtungskörper — Luminaires	5	16	6	60
Scheinwerfer, Projektoren — Projecteurs	3	—	48	—
Haushaltungs- und gewerbliche Apparate — Appareils domestiques et pour les artisans	139	190	326	481
Landwirtschaftliche Apparate und Maschinen — Appareils et machines agricoles	5	5	6	10
Medizinische Apparate — Appareils médicaux	17	18	20	35
Radioapparate und Zubehör — Appareils de radiophonie et accessoires	40	36	127	190
Elektrische Spielzeuge — Jouets électriques	6	13	7	14
Reklameapparate — Appareils de publicité	1	6	1	10
Messapparate — Appareils de mesure	9	12	11	18
Brandschutzapparate — Appareils de protection contre l'incendie	—	—	—	—
Ueberspannungs- und Blitzschutzapparate — Parasurtensions et parafoudres	4	3	6	16
Elemente — Eléments	4	1	35	2
Akkumulatoren — Accumulateurs	2	—	3	—
Gleichrichter — Redresseurs	2	3	4	12
Transformatoren (Kleintransformatoren) — Transformateurs (de faible puissance)	22	38	90	112
Motoren, Generatoren, Umformer — Moteurs, génératrices, commutatrices	11	7	19	11
Kondensatoren — Condensateurs	1	4	1	58
Utensilien für elektrische Anlagen — Ustensiles pour installations électriques	4	4	4	5
Diverses — Divers	10	4	68	4
Neuanfertigung von Laboratoriumsapparaten — Fabrication d'appareils de laboratoire	1	—	1	—
Total:	1004	1055	12 890	13311

5. Statistik der bei der Eichstätte eingegangenen Aufträge. Statistique des ordres remis à la Station d'étalonnage.

Prüfgegenstände — Objets	Anzahl — Nombre des Aufträge Ordres 1934	Aufträge Ordres 1935	Apparate — Appareils geprüft essayés 1934	geprüft essayés 1935	davon repariert, revidiert oder umgeändert dont réparés, révisés ou transformés 1934	davon repariert, revidiert oder umgeändert dont réparés, révisés ou transformés 1935
I. Induktionszähler — Compteurs à induction						
Einphasen — Courant monophasé	318	328	7345	8269	5883	6022
Mehrphasen — Courant polyphasé	288	271	2137	1995	1610	1472
II. Motorzähler (Gleichstrom) — Compteurs moteurs (courant continu)	30	45	99	76	83	62
III. Pendelzähler — Compteurs à balancier	1	1	1	1	1	1
IV. Elektrolytische Zähler — Compteurs électrolytiques	2	3	31	100	31	100
V. Zeitapparate — Appareils horaires						
Zeitzähler — Compteurs horaires	—	—	—	—	—	—
Umschaltuhren — Interrupteurs horaires	9	5	35	59	35	58
VI. Wattmeter — Wattmètres						
Direktzeigende — A lecture directe	59	45	112	93	101	93
Registrierende — Enregistreurs	65	70	79	77	51	61
VII. Voltmeter — Voltmètres						
Direktzeigende — A lecture directe	75	79	121	220	93	210
Registrierende — Enregistreurs	5	6	7	12	7	12
VIII. Ampèremeter — Ampèremètres						
Direktzeigende — A lecture directe	61	55	124	123	87	119
Registrierende — Enregistreurs	1	4	4	7	4	7
IX. Phasenmeter — Phasemètres						
Direktzeigende — A lecture directe	1	2	1	2	1	2
Registrierende — Enregistreurs	—	—	—	—	—	—
X. Frequenzmesser — Fréquencemètres						
Direktzeigende — A lecture directe	1	3	1	6	1	6
Registrierende — Enregistreurs	2	—	5	1	1	1
XI. Isolationsprüfer — Appareils pour vérification de l'isolement	24	17	26	17	25	17
XII. Kombinierte Instrumente — Instruments combinés	8	4	11	6	11	6
XIII. Strom- und Spannungswandler — Transformateurs d'intensité et de tension	166	160	538	523	—	—
XIV. Widerstände — Résistances	1	6	25	96	22	78
XV. Auswärtige elektrische Messungen — Mesures électriques au dehors du laboratoire)*	18	7	39	8	—	—
XVI. Ausseramtliche Apparateprüfungen an Ort und Stelle — Etalonnages non-officiels sur place)*	20	14	140	50	—	—
XVII. Diverses — Divers	44	52	31	82	23	52
Total	1199	1177	10912	11823	8070	8379

*) Zur Ausführung dieser Messungen wurden insgesamt 34 (1934: 163) Arbeitstage benötigt
L'exécution de ces mesures a nécessité 34 (1934: 163) journées de travail.

Betriebsrechnung für das Jahr 1935 und Budget für 1937. — Compte d'exploitation pour l'année 1935 et budget pour 1937.

	Total			Starkstrominspektorat Inspectorat des installations à fort courant			Materialprüfanstalt Station d'essai des matériaux			Eichstätte Station d'étalonnage		
	Budget 1935	Rechnung Compte 1935	Budget 1937	Budget 1935	Rechnung Compte 1935	Budget 1937	Budget 1935	Rechnung Compte 1935	Budget 1937	Budget 1935	Rechnung Compte 1935	Budget 1937
Einnahmen: — Recettes:	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Abonnemente: — Montant des abonnements:												
a) Elektrizitätswerke — Stations centrales	136 000	134 260.10	135 000	109 000	107 408.10	103 000	2 000	1 301.35	1 500	25 000	25 550.65	30 500
b) Einzelanlagen — Installations isolées	88 000	102 222.—	107 000	88 000	102 222.—	107 000	—	—	—	—	—	—
Prüfgebühren und Expertisen — Taxes pour l'essai des appareils et expertises	310 500	326 538.18	302 500	500	795.—	500	165 000	163 366.08	155 000	145 000	162 377.10	147 000
Beiträge — Contributions	42 000	72 000.—	66 000	—	—	—	42 000	72 000.—	66 000	—	—	—
Vertragliche Leistung des Bundes an das Starkstrominspektorat — Contribution fédérale à l'Inspectorat	90 000	90 000.—	90 000	90 000	90 000.—	90 000	—	—	—	—	—	—
Entnahmen aus Rückstellungen für selbsthergestellte Laboratoriumseinrichtungen — Prélèvement sur les réserves pour l'exécution d'installations de laboratoire par les institutions de contrôle	21 500	19 534.75	17 000	500	620.95	500	14 000	19 399.75	15 000	7 000	135.—	2 000
Diverse Einnahmen — Recettes diverses		9 624.70	2 000					3 735.10	500		5 268.65	1 000
Total	688 000	754 179.73	719 500	288 000	301 046.05	301 000	223 000	259 802.28	238 000	177 000	193 331.40	180 500
Ausgaben: — Dépenses:												
Entschädigung an das Generalsekretariat — Indemnité payée au Secrétariat général	19 000	19 000.—	19 000	7 000	7 000.—	7 000	6 000	6 000.—	6 000	6 000	6 000.—	6 000
Gehälter und Löhne — Appointements	429 500	445 421.60	437 000	195 500	200 826.65	203 000	123 000	127 142.65	121 000	111 000	117 452.30	113 000
Reisespesen — Frais de voyages	46 500	47 945.25	48 900	43 000	43 319.15	45 000	3 000	4 331.20	3 600	500	294.90	300
Versicherungen, Pensionskasse — Assurances, caisse de pensions	34 600	36 129.15	36 700	14 500	15 811.05	16 000	10 500	10 579.20	11 000	9 600	9 738.90	9 700
Lokalmiete — Loyer des locaux	51 700	54 301.—	54 200	13 000	13 101.—	13 000	24 300	26 800.—	26 800	14 400	14 400.—	14 400
Sonstige Lokalunkosten (Beleuchtung, Heizung, Reinigung) — Autres dépenses pour les locaux (éclairage, chauffage, nettoyage)	9 200	8 935.55	9 000	3 000	2 908.65	3 000	3 200	3 516.40	3 600	3 000	2 510.50	2 400
Betriebsstrom — Courant électrique pour l'exploitation	10 300	10 098.40	11 100	—	—	—	8 500	8 639.80	9 600	1 800	1 458.60	1 500
Materialien — Matériaux	24 000	28 501.90	28 000	—	—	—	12 000	10 023.05	12 000	12 000	18 478.85	16 000
Bureau-Unkosten (Bureaumaterial, Porti, Telephon usw.) — Frais de bureaux (matériel de bureau, ports, téléphone, etc.)	20 600	21 616.65	23 200	11 000	11 649.20	13 000	6 500	7 553.95	7 200	3 100	2 413.50	3 000
Diverse Unkosten (Reparaturen, Werkzeugersatz, kleine Anschaffungen usw.) — Frais divers (réparations, outils, petits achats, etc.)	20 400	20 924.98	22 000	—	—	—	12 000	14 721.38	15 000	8 400	6 203.60	7 000
Mobiliar, Werkzeuge und Instrumente — Mobilier, outillage, instruments	4 200	2 353.40	3 400	1 000	300.—	1 000	2 000	1 067.40	1 200	1 200	986.—	1 200
Rücklagen für Erneuerungen — Versement au fonds de renouvellement	18 000	18 000.—	21 000	—	—	—	12 000	12 000.—	15 000	6 000	6 000.—	6 000
Rückstellung für Mobiliar, Werkzeuge, Instrumente und Diverses — Réserve pour mobilier, outils, instruments et divers	—	36 229.15	—	—	6 000.—	—	—	23 000.—	—	—	7 229.15	—
Vorbereitende Studien und Versuche für Normalien, Leitsätze usw. — Etudes préparatoires et essais pour les normes, directives, etc.	—	4 241.25	6 000	—	—	—	—	4 241.25	6 000	—	—	—
Total	688 000	753 698.28	719 500	288 000	300 915.70	301 000	223 000	259 616 28	238 000	177 000	193 166.30	180 500
Mehrbetrag der Einnahmen — Excédent des recettes	—	481.45	—	—	130.35	—	—	186.—	—	—	165.10	—

Bilanz auf 31. Dezember 1935. — Bilan au 31 décembre 1935.

AKTIVEN — ACTIF		Fr.
Mobiliar — Mobilier	1.—	
Werkzeuge, Utensilien und Werkzeugmaschinen — Outillage et machines-outils	1.—	
Instrumente und Apparate — Instruments et appareils	1.—	
Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren — Machines, transformateurs et accumulateurs	1.—	4.—
Materialien — Matériel		40 050.—
Kasse — Caisse		1 705.17
Postcheck — Compte de chèques postaux		3 491.13
Bank — Banque		20 431.—
Einlagehefte — Carnets de dépôt		16 079.35
Debitoren — Débiteurs		82 451.12
Wertschriften — Titres		342 618.50
		506 830.27
Kautions-Effekten — Dépôts de cautionnement Fr. 139 500.—		

PASSIVEN — PASSIF	Fr.
Betriebskapital — Fonds de roulement	125 000.—
Rücklagen für Erneuerung der Betriebseinrichtungen — Fonds de renouvellement des installations	223 200.—
Rückstellungen für die Ergänzung der Laboratoriumseinrichtungen u. a. — Réserves pour compléter les installations des laboratoires, etc.	77 500.—
Kreditoren — Créditeurs	80 648.82
Saldo — Solde	481.45
	506 830.27
Kautionen für Qualitätszeichen — Cautions pour marques de qualité Fr. 139 500.—	

Fürsorgefonds für das Personal der Technischen Prüfanstalten.
Fonds de prévoyance du personnel des Institutions de contrôle.

	Soll Doit	Haben Avoir
	Fr.	Fr.
1935		
Januar 1. Bestand — Etat		101 708.35
Dez. 31. Zinserträgnis — Intérêts		3 964.10
„ 31. Kursdifferenz auf Wertschriften — Différence de cours sur les titres	7 760.—	
„ 31. Unterstützungen, Spesen und amtliche Taxen — Secours, frais et taxes officielles	674.20	
„ 31. Saldovortrag — Solde	97 238.25	
	105 672.45	105 672.45

Comité Electrotechnique Suisse (CES).

Comité national suisse de la
Commission Electrotechnique Internationale (CEI).

Rapport
au comité de l'ASE sur l'année 1935.

A. Composition.

En 1935, le CES présentait la composition suivante:

Membres:

E. Huber-Stockar, Zurich, président;
K. Sulzberger, Zollikon, vice-président (décédé le 9 septembre 1935);
F. Largiadèr, ingénieur, Erlenbach-Zurich, secrétaire;
B. Bauer, professeur à l'EPF, Zurich;
E. Baumann, directeur du Service de l'Electricité de la Ville de Berne, Berne;
H. Behn-Eschenburg, vice-président du conseil d'administration des Ateliers de Construction Oerlikon, Kusnacht (Zurich);
E. Dünner, professeur à l'EPF, Zurich;
J. Landry, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, Lausanne;
A. Muri, chef de la division des télégraphes et téléphones aux PTT, Berne.
M. Schiesser, directeur de la S. A. Brown, Boveri et Cie, Baden;
A. Traber, directeur des Ateliers de construction Oerlikon, Zurich (à partir du 1er juillet 1935);
W. Wyssling, professeur, Wädenswil.
Ex officio: *A. Kleiner*, secrétaire général de l'ASE et de l'UCS.

Le 27 mai, M. H. Behn-Eschenburg se retira du CES pour raison d'âge. Le CES et le Comité de l'ASE acceptèrent cette démission avec beaucoup de regret et en remerciant le démissionnaire pour sa longue et précieuse collaboration au sein du CES. Pour lui succéder, le comité de l'ASE nomma, le 12 juin, M. A. Traber, directeur des Ateliers de Construction Oerlikon.

Le 9 septembre, le CES perdit son vice-président, M. K. Sulzberger, emporté soudainement par une crise cardiaque, alors qu'il visitait les chantiers de la Dixence après l'assemblée générale de l'ASE. M. Sulzberger suivait les travaux du CES avec beaucoup d'intérêt et une grande compréhension; il lui revient une grande part du développement qu'a pris le CES, dont la reconnaissance lui restera acquise. Les mérites du défunt ont été relatés dans le Bulletin ASE 1935, p. 576, et dans la Schweizerische Bauzeitung du 16 novembre 1935.

Collaborateurs permanents:

C. Belli, ingénieur, Genève;
R. Dubs, professeur à l'EPF, Zurich;
A. Huber-Ruf, ingénieur, secrétaire général de l'ISA (International Federation of National Standardizing Associations), Bâle;
E. Hunziker, ingénieur, Baden;
H. Zoelly, ingénieur, Zurich;
Les ingénieurs en chef des Institutions de Contrôle de l'ASE;
Ingénieur du secrétariat général de l'ASE et de l'UCS chargé d'affaire: *W. Bänninger.*

Collaborateurs temporaires:

Pour ses travaux, le CES s'adjoint selon les nécessités des spécialistes représentant les intérêts des autorités, administrations, instituts et industriels en cause. Ces spécialistes figurent dans une liste publiée par le secrétariat, auprès duquel on peut l'obtenir. Les intéressés auxquels le CES n'a pas encore fait appel sont priés de se mettre en relation avec le secrétariat.

B. Organisation.

Le CES groupe ses membres et collaborateurs en Comités Techniques dont le nombre, le numéro d'ordre et l'activité correspondent aux Comités d'Etudes de la CEI. La préparation technique des questions à étudier par le CES incombe aux Comités Techniques. Par contre, c'est le CES qui décide sur les propositions faites par les Comités Techniques.

En 1935, le CES décida de parfaire l'organisation suggérée en son temps par le président, afin de permettre d'une part à l'industrie suisse de faire valoir encore plus efficacement ses intérêts dans le domaine international et, d'autre part, de faire encore davantage profiter l'ASE des travaux du CES et de la CEI.

C. Séances du CES.

Le 31 mai, le CES a eu une réunion plénière.

Le 3 mai, le Bureau du CES fixa la délégation suisse à l'assemblée plénière de la CEI, qui eut lieu du 18 au 29 juin à Schéveningue et Bruxelles.

Le 14 novembre, le Comité Technique 17, interrupteurs à haute tension, s'est réuni; à cette séance ont participé quelques représentants de centrales électriques qui ne font pas partie du Comité Technique.

De nombreuses affaires ont été liquidées par voie de circulaires et au cours d'entrevues avec le président.

Toutes les séances ont eu lieu à Zurich.

D. Séances internationales.

Du 18 au 29 juin, la CEI a tenu une assemblée plénière à Schéveningue et à Bruxelles, à laquelle le CES était représenté par une délégation de 19 membres présidée par M. Schiesser. A cette occasion, 19 des 23 Comités d'Etudes eurent des séances particulières. Un rapport paraîtra au Bulletin dès que les procès-verbaux seront au complet.

Du 11 au 15 juin, la commission mixte CCIF - CCIT - CCIR - CEI se réunit à Berne pour préparer la révision du Fascicule 42, symboles graphiques pour installations à courant faible. Le CES y était représenté par MM. A. Muri et W. Bänninger. Le fascicule 42 fut revisé à Bruxelles sur la base de ces travaux préliminaires.

Les experts du Comité d'Etudes No. 17, appareils d'interruption, se sont réunis à Zurich du 6 au 9 février, à Berlin du 8 au 11 avril et à Londres du 26 au 29 novembre. Aux deux premières séances, le CES avait délégué MM. J. Kopeliowitsch, Brown, Boveri et Cie, S. A., Baden, et H. Habich, chef de section près la direction générale des CFF, Berne; à la troisième séance, seul M. Kopeliowitsch prit part.

Le Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR) s'est réuni du 11 au 13 avril à Berlin. Les experts du CISPR ont eu des séances à Berlin du 8 au 11 avril et à Londres du 5 au 7 novembre. Le CES délégua à ces séances MM. E. Aubort, Brown, Boveri et Cie, S. A., Baden, et W. Gerber, direction générale des PTT, Berne.

E. Adoption de Règles de la CEI par l'ASE.

La tâche de la CEI consiste en l'unification des différentes règles nationales dans le domaine de l'électrotechnique. Dans ce but, elle établit des règles internationales qui, reconnues comme telles par les associations nationales, équivalent à des recommandations à ces associations ou autorités qui, elles, sont compétentes pour les introduire dans leur pays.

Le CES n'examina les questions de ce genre qu'à titre provisoire, préférant attendre les résultats des délibérations de Schéveningue et Bruxelles.

F. Collaboration aux travaux des Comités d'Etudes de la CEI.

1° *Nomenclature.* En prévoyance des délibérations de Schéveningue, les symboles littéraux furent examinés d'une façon générale. En outre, on examina la proposition tendant à introduire le terme «mutateur»; un document exposant les raisons qui ont conduit à ce terme, et en recommandant l'adoption, a été adressé aux comités nationaux.

2° *Spécification des Machines Electriques.* La révision de la troisième édition du Fascicule 34 de la CEI, Règles pour les machines électriques [1]) fit l'objet de délibérations. Le CES fit une série de propositions au sujet du projet de la 4e édition. Il approuva un projet d'«Indications à fournir pour les demandes d'offres et les commandes de machines électriques». Il examina le projet de «Règles pour la mesure de la tension d'essai aux fréquences industrielles dans les essais diélectriques au moyen d'éclateurs à sphères» et décida de se mettre en relation avec l'EPF pour poursuivre l'étude des questions relatives aux éclateurs à sphères. Il examina en outre la question de la détermination des pertes additionnelles dans les machines électriques et des essais de tension pour transformateurs destinés aux réseaux de distribution.

3° *Symboles graphiques.* Le CES fonctionne comme secrétariat du Comité d'Etudes No. 3 de la CEI, Symboles graphiques. En cette qualité, il a eu à préparer le côté technique des séances de ce Comité d'Etudes à Bruxelles.

a) Symboles pour les installations à courant faible. Au nom du CES, M. A. Muri, chef de la division des télégraphes et téléphones aux PTT a procédé au remaniement du Fascicule 42, devenu nécessaire par suite des progrès rapides de cette branche de la technique. Dans la séance de Berne mentionnée plus haut, on a examiné soigneusement toute la question avec les délégués des organisations internationales intéressées, sous la direction experte de M. Muri, de sorte qu'à Bruxelles la révision put être achevée sans grandes difficultés.

b) Symboles pour les installations à courant fort. Sur la base des délibérations de Prague (octobre 1934), le CES mit au net pour les séances de Bruxelles les documents suivants: symboles de traction, symboles de relais, compléments au fascicule 35, symbole pour installations à courant continu, principalement pour schémas de commande; il dressa en outre un «exposé sur l'usage des symboles de bornes ou contacts».

4° *Turbines hydrauliques.* On examina les possibilités de faire avancer les travaux de la CEI relatifs aux turbines hydrauliques.

5° *Turbines à vapeur,* 6° *Douilles des lampes,* 7° *Aluminium.* Aucune question importante à discuter.

[1]) Les RSME, publication 108 de l'ASE, sont basées sur ce document.

8° *Tensions et courants normaux, isolateurs.* La discussion par le CES des documents du Comité d'Etudes No. 8 à examiner à Bruxelles a fait ressortir la nécessité de procéder à la révision des «normes de l'ASE pour tensions et essais d'isolement». Le CES examina la série de courants normaux de l'ISA et décida d'agir en faveur de son introduction. Il étudia en outre la question des prises de transformateurs et celle des essais d'isolateurs.

9° *Matériel de traction,* 10° *Huiles isolantes,* 11° *Lignes aériennes,* 12° *Radiocommunications,* 13° *Instruments de mesure,* 14° *Cours d'eau,* 15° *Gomme-laque.* 16° *Marques de bornes.* Aucune question importante à étudier.

17° *Interrupteurs dans l'huile.* Le CES examina d'une façon approfondie les instructions à donner à ses délégués aux différentes discussions internationales, qui occupèrent fortement les spécialistes en interrupteurs pendant toute l'année.

18° *Installations à bord de navires,* 19° *Moteurs Diesel,* 20° *Câbles,* 21° *Accumulateurs,* 22° *Appareils électroniques,* et 23° *Petit matériel.* Aucune question importante à l'étude. Le CES fonctionne comme secrétariat du Comité d'Etudes No. 22, Appareils électroniques. Pour démarrer les travaux, il organisa une séance officieuse à Schéveningue, laquelle fut consacrée à fixer le programme général d'activité.

Perturbations radiophoniques. Les experts du CES, MM. E. Aubort, Baden, et W. Gerber, Berne, exécutèrent une série d'investigations pour le compte du Comité d'Experts du Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR), examinèrent dans le cadre de la Commission des perturbations radioélectriques de l'ASE les questions à l'étude internationale et présentèrent quelques rapports à la CEI et au CISPR.

Le CES se fait un devoir de présenter ses remerciements chaleureux aux membres, collaborateurs, administrations et firmes qui ont contribué à mener à bien sa tâche au cours de l'année écoulée.

Zurich, le 1er juin 1936.

Pour le Comité Electrotechnique Suisse:

Le président: (sig.) *E. Huber-Stockar.* Le secrétaire: (sig.) *F. Largiadèr.*

Propositions du Comité de l'ASE à l'assemblée générale du 4 juillet 1936 à St-Gall.

No. 2: Procès-verbal.

Le procès-verbal de la 50e assemblée générale du 8 septembre 1935 à Zermatt (voir Bulletin 1935, No. 26, page 767) est approuvé.

No. 3: Rapport et comptes de l'ASE.

a) Sont approuvés, en donnant décharge au comité: le rapport du Comité pour 1935 (page 316) [1]), le compte de l'ASE pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (page 319), les comptes du fonds Denzler et du fonds de la commission d'études (page 320), le compte d'exploitation de l'immeuble pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (page 320).

b) L'excédent de recettes de l'Association, soit fr. 918.42 est utilisé comme suit: fr. 500.— seront portés au compte capital, et fr. 418.42 reportés à compte nouveau.

c) L'excédent de recettes de l'immeuble, soit fr. 1397.52 est porté à compte nouveau.

No. 4: Rapport et compte des IC.

a) Le rapport des institutions de contrôle pour l'année 1935 (page 321) ainsi que le compte pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (pages 328 et 329), présentés par la commission d'administration, sont approuvés en lui donnant décharge.

[1]) Les indications de pages entre parenthèses se rapportent au présent numéro du Bulletin.

b) L'excédent des recettes pour 1935, soit fr. 481.45, est versé au fonds de roulement des Institutions de contrôle.

No. 5: Cotisations des membres.

Conformément à l'art. 6 des statuts, les cotisations pour 1937 sont les mêmes que pour 1936 et fixées comme suit:

				fr.
I. Membres individuels				18.—
II. Membres étudiants				10.—
III. Membres collectifs avec un capital				
	fr.		fr.	
de	0	à	50 000.—	30.—
»	50 001.—	à	200 000.—	45.—
»	200 001.—	à	500 000.—	70.—
»	500 001.—	à	1 000 000.—	100.—
»	1 000 001.—	à	2 500 000.—	140.—
»	2 500 001.—	à	6 000 000.—	200.—
»	6 000 001.—	à	12 000 000.—	300.—
	de plus	de	12 000 000.—	400.—

No. 6: Budget de l'ASE.

Le budget de l'ASE (page 319) et celui de l'immeuble (page 320) pour l'année 1937 sont approuvés.

No. 7: Budget des IC.

Le budget des Institutions de contrôle pour 1937 (page 328) est approuvé.

No. 8: Rapport et compte du SG.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et du compte du secrétariat général pour l'année 1935 (page 332), approuvés par la commission d'administration.

No. 9: Budget du SG.

L'assemblée générale prend connaissance du budget du secrétariat général pour l'année 1937 (page 337), approuvé par la commission d'administration.

No. 10: CES.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport du Comité Electrotechnique Suisse (CES) sur l'année 1935 (page 330).

No. 11: Commission de corrosion.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et des comptes de la commission de corrosion pour l'année 1935 et du budget pour 1937 (page 339).

No. 12: CSE.

L'assemblée générale prend connaissance du compte et du rapport du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) pour l'année 1935 et du budget pour 1936 (page 337).

No. 13: Nominations statutaires.

a) Nomination de trois membres du comité. Conformément à l'art. 14 des statuts, le mandat expire au 31 décembre 1936 pour Messieurs:

K. Jahn, Zurich;
E. Payot, Bâle;
J. Pronier, Genève.

Ces trois Messieurs se sont aimablement déclarés prêts à accepter une réélection; le comité propose de les confirmer dans leur fonctions.

b) Nomination de deux vérificateurs de comptes et de deux suppléants. Le comité propose de confirmer dans leurs fonctions les deux vérificateurs actuels, MM. G. Meyfarth, Genève, et M. P. Misslin, Zurich, ainsi que les deux suppléants actuels MM. V. Abrezol, Lausanne, et W. Howald, Winterthour.

No. 14: Choix du lieu de la prochaine assemblée générale ordinaire.

Le comité attend les propositions de l'assemblée.

Rapport et proposition des vérificateurs des comptes de l'ASE à l'assemblée générale du 4 juillet 1936 à St-Gall.

(Traduction.)

Conformément au mandat qui nous a été confié par l'assemblée générale du 8 septembre 1935 à Zermatt, nous soussignés avons procédé à la vérification des comptes pour 1935 de l'Association Suisse des Electriciens, des Institutions de Contrôle de l'ASE, de l'Immeuble de l'ASE, du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, du Fonds Denzler, du Fonds de la commission d'étude et du Fonds de prévoyance pour le personnel des Institutions de contrôle de l'ASE.

Vu que les comptes sont vérifiés en détail par la Société fiduciaire suisse, nos investigations se sont principalement limitées à constater la concordance des comptes destinés à être publiés, dont nous avions les épreuves, avec les écritures des livres comptables. Nous avons constaté la concordance parfaite de ces écritures et proposons d'approuver les comptes présentés et d'en donner décharge au comité. Nous remercions tous les services administratifs pour le travail qu'ils ont fourni et les félicitons pour la tenue impeccable des livres.

Zurich, le 28 mai 1936.

Les vérificateurs:
(sig.) *Meyfarth.*
(sig.) *W. Howald.*

Secrêtariat général de l'Association Suisse des Electriciens (ASE) et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

Rapport à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS sur l'exercice 1935.

1° *Administration.*

La composition de la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, ainsi que du comité de direction est indiquée dans l'annuaire. La commission d'administration compte 22 membres. Le mandat de MM. Zaruski, Sulzberger et Schiesser pour l'ASE, et Stiefel pour l'UCS, étant échu et ces Messieurs s'étant une fois de plus mis obligeamment à notre disposition, l'assemblée générale les a confirmés à l'unanimité dans leurs fonctions. M. Niesz, qui s'est retiré après de longues années d'une très fertile activité, a été remplacé par M. Moll, Olten. Lorsqu'il fut réélu par acclamation, personne ne se doutait qu'un jour après M. Sulzberger serait arraché si brusquement à l'estime générale de tous ses collègues, estime qui lui avait été acquise particulièrement par son activité au sein de la Commission d'administration.

Par suite du décès de M. Sulzberger, il y a eu un changement parmi les délégués des institutions de contrôle: M. Pronier, Genève, a été nommé délégué pour la station d'étalonnage, le secrétaire général, M. Kleiner, a passé délégué pour la station d'essais des matériaux et le délégué pour l'inspectorat des installations à courant fort, M. A. Zaruski, St-Gall, a été confirmé dans ses fonctions.

En 1935, la Commission d'administration et le comité de direction ont eu chacun deux séances. Les délibérations ont porté sur les questions spéciales touchant le secrétariat général, les institutions de contrôle et la commission des normes. En outre, le comité de direction s'est tout particulièrement occupé de la question si et comment la comptabilité devait être réorganisée. Après examen approfondi de la situation, on a conclu que des modifications importantes par rapport au système actuel ne sont ni utiles, ni nécessaires.

2° Généralités.

L'année écoulée nous a apporté au moins autant de mouvement et de travail que la précédente, bien que nous n'ayons pas eu une tâche de l'envergure de celle qui nous fut dévolue par l'organisation du congrès de l'UIPD. Par contre, nous avons eu à organiser les assemblées générales à Zermatt, ce qui a exigé un surcroît de travail important, vu l'endroit choisi pour ces rencontres. Une augmentation imprévue de travail pour notre personnel pendant le 4e trimestre a été occasionnée par la décision de l'assemblée générale au Gornergrat à propos de l'échange de jeunes ingénieurs et techniciens suisses avec l'étranger (stagiaires).

Outre la brillante conférence de M. le Prof. Landry à l'assemblée générale à Zermatt, deux journées de discussion ont eu lieu en 1935, la première le 16 mars à Berne, et la seconde le 23 novembre à Olten. La première se rapportait spécialement aux questions de haute fréquence; elle a rassemblé un nombre important de participants et fut très intéressante, d'autant plus que l'après-midi fut rempli par une visite au poste émetteur de Münchenbuchsee. A la seconde journée de discussion, M. W. Boller parla du travail du chimiste dans la construction des machines électriques; M. A. van Gastel, ingénieur, sur les problèmes de mise à la terre et de court-circuit à la terre dans les réseaux à haute tension; M. le Prof. J. Forrer (EPF) donna un aperçu intéressant sur le développement de la téléphonie par câble à grande distance, ce qui contribua à réhabiliter aux yeux des techniciens à courant fort le domaine du courant faible par eux si longtemps négligé. Toutes les conférences furent suivies de discussions intéressantes (voir Bulletin 1936).

Le 2 mars, l'UCS organisa une conférence de chefs d'exploitation à Bienne, au cours de laquelle on traita le problème de l'imprégnation des poteaux et celui de la protection des réceptions radiophoniques. Le 24 juin, l'UCS s'est réunie encore une fois à Fribourg pour une discussion interne de la question de la protection de la radiophonie.

En 1935, il n'y a eu qu'un seul cours de soudure à l'arc électrique, du 12 au 14 juin, à l'Ecole des métiers de Lausanne. Ces cours jouissent toujours d'une grande faveur, mais certains faisant des difficultés pour assumer les charges qu'ils entraînent, il serait nécessaire d'en étudier la réorganisation, éventuellement sur une autre base.

La fête des jubilés de l'UCS a eu lieu séparément, selon la coutume établie, le 13 juillet à Bienne dans un cadre digne et joyeux.

Les assemblées générales ont revêtu un caractère plus important; elles ont eu lieu à Zermatt sur l'invitation du Service électrique de la commune. Grâce aux facilités accordées par les CFF, le chemin de fer Viège—Zermatt, le chemin de fer du Gornergrat, et particulièrement au dévouement de la commune de Zermatt, représentée par le chef d'exploitation, M. Perren, ingénieur, il a été possible de ramener les frais à une hauteur supportable, de sorte qu'un nombre respectable de membres de nos associations a pu profiter de l'occasion pour se rendre dans la contrée merveilleuse dominée par la masse imposante du Cervin, et jouir de ce spectacle grandiose. Favorisée par un temps splendide, l'assemblée générale de l'UCS a eu lieu le samedi 7 septembre à Zermatt même et le banquet qui la suivit, à l'Hôtel Victoria. Le dimanche était réservé à l'ASE, respectivement à l'ascension du Gornergrat, où l'ASE eut son assemblée générale et son banquet. Tandis que l'assemblée de l'UCS était suivie d'une conférence de M. le Prof. Landry, le créateur de l'usine de la Dixence, but de la grande excursion, l'ASE avait à dessein renoncé à un programme scientifique-technique pour permette aux participants de jouir entièrement du panorama alpestre, dont la beauté est indescriptible. Nous ne croyons pas trop dire en prétendant que tous en ont rapporté des souvenirs durables. Le dimanche soir, on se rencontra encore une fois dans les différents locaux des hôtels de Zermatt, pour partir le lendemain matin à 7 heures à destination des différents buts d'excursion: Chippis et Dixence. A Chippis, les excursionnistes furent reçus par la Société Anonyme de l'Industrie de l'Aluminium, qui leur montra la fabrication du seul métal entièrement suisse. Plus de 130 participants se rendirent à la Dixence; cette course se serait également déroulée dans les meilleures conditions, si le décès subit de M. Sulzberger n'était pas venu jeter un voile sombre sur l'excursion et sur toute la fête. Le compte-rendu détaillé de l'assemblée et des excursions se trouve au Bulletin 1935, No 26.

Le 23 août, une petite fête intime réunit les délégués des deux associations et quelques amis à l'occasion du 70e anniversaire de MM. Huber-Stockar et Sydney Brown, tous deux membres d'honneur de l'ASE. Cette fête modeste avait pour but de présenter les vœux les plus sincères et les témoignages de sympathie de l'ASE et de l'UCS aux deux jubilaires qui se sont acquis le mérite de l'industrie électrique suisse ainsi que des deux associations.

L'année écoulée a été relativement pauvre en nouvelles ordonnances, lois et prescriptions. Les

seules qui sont sorties, sont contenues dans l'ordonnance fédérale sur la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques causées par les installations à fort et à faible courant, du 29 janvier 1935, déjà mentionnées dans le rapport sur l'exercice 1934. Ce n'est certes pas un inconvénient que les prescriptions en vigueur ne soient pas encore complètement «digérées». Un grand travail consiste en la nouvelle édition des prescriptions sur les installations électriques intérieures; on y travailla pendant toute l'année, mais la tâche n'a pu être menée à bonne fin qu'en 1936.

Le personnel du secrétariat général a subi un changement. La plus ancienne des employées de la chancellerie, Mme Gehri, s'est retirée après 22 ans d'activité. A sa place une employée provisoire a été engagée définitivement; le dessinateur engagé à titre provisoire pour pouvoir faire face aux nécessités croissantes a pu également être engagé à titre définitif.

Bulletin de l'ASE.

La rédaction du Bulletin, organe commun de publication de l'ASE et de l'UCS, qui revient au Secrétariat général et dont s'occupe principalement M. Bänninger, ingénieur, exige un travail intense qui cependant en vaut la peine, car, comme on le constate toujours de nouveau, le Bulletin est pour un grand nombre de membres le seul lien avec les organes des associations; d'autre part, ce périodique répand à l'étranger le renom des produits de notre industrie électrique nationale. Comme l'année précédente, la rédaction a pu compter sur la collaboration précieuse de M. le Prof. Tank (EPF) qui s'occupe tout particulièrement de la rubrique haute fréquence, toujours plus estimée, non seulement des milieux intéressés, mais aussi des techniciens et ingénieurs du courant fort. M. le Prof. Tank a groupé un certain nombre de collaborateurs qui fournissent régulièrement des comptes-rendus sur les publications les plus importantes du domaine de la haute fréquence et sur leurs propres travaux de recherches.

La rédaction dispose toujours d'un très grand nombre d'articles théoriques. Par contre, elle manque encore de communications et d'articles pour la pratique, en particulier du domaine de l'exploitation, intéressant certainement tous les lecteurs du Bulletin. Toutefois, nous devons mentionner quelques articles de ce genre vraiment excellents, qui ont eu grand succès et qui — nous l'espérons — seront toujours plus nombreux à l'avenir.

Nous avons voué un soin tout particulier à l'édition jaune (française) du Bulletin. Nous n'avons pas craint des frais considérables pour augmenter la quote-part du texte français: 22 articles de fond (14 l'année précédente) et toute une série de communications importantes ont paru en français dans l'édition française. Nous avons ainsi réussi à porter le texte français de 36 % en 1934 à 43 % du contenu total en 1935. Des 776 pages de texte ordinaire (sans la revue des périodiques), 338 pages sont ainsi rédigées en français, dont 290 ont dû être traduites totalement en français; 48 pages ont paru également en français dans l'édition allemande. Nos moyens financiers nous empêchent d'augmenter sensiblement ce pourcentage de bilinguisme. Cependant, il y aurait encore quelque chose à faire, *si nos collègues de Suisse française nous envoyaient davantage d'articles rédigés dans leur langue;* nous espérons que ces appels réitérés auront l'écho qu'ils méritent en «Romandie». Le volume du texte du Bulletin s'est maintenu dans les limites de l'année précédente: 776 pages contre 780 en 1934 (704 en 1933). A cela il faut ajouter 72 pages de la revue des périodiques (60 en 1934) et l'annuaire qui comprend de nouveau 76 pages. Le tirage du Bulletin s'est maintenu à peu près à la hauteur de l'année précédente.

Le résultat financier a été influencé favorablement par une modification du contrat survenue en 1935. Cependant, le gain réalisé de ce fait a été employé entièrement à augmenter le texte français de l'édition jaune. Malgré cela, la situation financière du Bulletin supporte la comparaison avec celle d'autres périodiques, si l'on fait le compte en ramenant les prix d'abonnement à la même base. La diminution constante des ordres d'insertion a naturellement exercé une influence néfaste sur le résultat financier; nous sommes forcés de prier tous nos membres de *faire leur possible pour soutenir leur organe officiel, soit en augmentant leurs ordres d'insertions, soit en tenant mieux compte et en donnant la préférence aux annonciers du Bulletin.* Nous voudrions répéter à l'industrie et au commerce que le Bulletin est le périodique électrotechnique suisse le plus répandu et qu'il est, comme aucun autre périodique de notre domaine, lu et consulté par les personnalités influentes, tant en Suisse qu'à l'étranger, ce que nous confirment de très nombreuses attestations.

3° Commissions de l'ASE et de l'UCS.

Sur les travaux des commissions mixtes de l'ASE et de l'UCS, pour autant qu'elles ne présentent pas de rapports spéciaux (comme le Comité Suisse de l'Eclairage et la Commission de Corrosion), il y a lieu de rapporter ce qui suit:

La Commission des normes (président: M. *K. Sulzberger*, Zollikon) a eu six séances en 1934, auxquelles furent invités aussi des délégués des fabricants pour traiter certains domaines spéciaux. La commission s'est occupée principalement de l'élaboration de «normes pour interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou par commande à distance et pour contacteurs», sous forme de dispositions complémentaires aux normes de l'ASE pour interrupteurs, de «conditions techniques pour disjoncteurs d'installations intérieures»,

de «conditions techniques pour interrupteurs de protection pour moteurs», de «normes pour condensateurs destinés aux radiocommunications ou au déparasitage et connectés aux réseaux à courant fort». Les deux premières prescriptions ont pu être transmises le 13 décembre 1935 à la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mise en vigueur au 1er janvier 1936. Elles ont été publiées au Bulletin ASE 1935, No 26, et 1936, No 2. Les deux dernières n'ont pu être menées à bonne fin en 1935. La revision des «Conditions techniques pour lampes à incandescence» de l'année 1930, entreprises déjà en 1934, a pu être terminée vers le milieu de l'année. Les nouvelles «conditions techniques pour lampes à incandescence» ont été approuvées par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS le 20 septembre 1935 et mises en vigueur le 1er octobre 1935; elles ont été publiées au Bulletin 1935, No 20. En plus, la Commission s'occupa d'une revision des normes de l'ASE pour huiles isolantes, de 1925. Les «conditions techniques pour huiles isolantes» revisées ont été approuvées par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS le 13 décembre 1935 et mises en vigueur le 1er janvier 1936. Elles ont été publiées au Bulletin ASE 1936, No 1. La Commission examina ensuite différentes propositions de modifications et d'adjonctions présentées par les Institutions de contrôle de l'ASE, par les Centrales ou par l'Industrie, à propos de normes déjà en vigueur. Pour autant que ces propositions étaient fondées, la Commission a fait des propositions de modifications ou d'adjonctions à la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS. Les modifications et adjonctions approuvées par la Commission d'administration ont été publiées au Bulletin de l'ASE 1935, No 26. Le projet de normes pour douilles de lampes n'a pu être terminé cette année, car la question des jauges pour le contrôle de la protection contre les contacts fortuits n'a pu être éclaircie par les milieux intéressés internationaux.

Comme les années précédentes, la commission des normes a entretenu des relations suivies avec l'Association Suisse de Normalisation (SNV), qui a préparé, à sa demande, un projet de dimensions normales pour prises de courant pour installations industrielles. Ce projet de normalisation a été également présenté à la Commission internationale pour les questions d'installation, où il servira de base à l'élaboration de normes internationales pour ce genre de prises de courant. La commission des normes a envoyé des délégués aux séances de la Commission technique 17 du Bureau de normalisation de la Société Suisse de Constructeurs de Machines (VSM) pour l'élaboration de feuilles de normes pour les conducteurs isolés les plus courants. Ces normes ont été transmises par la Commission technique 17 à la Commission de normalisation du VSM pour approbation et mise en vigueur comme normes du VSM.

Comme par le passé, la Commission des normes a pris une part active aux travaux de la Commission internationale pour les questions d'installations [2]) (IFK); elle s'est fait représenter à une séance à Paris au printemps 1935, ainsi qu'en automne à Zurich et à Genève aux séances des sous-commissions nommées pour étudier certains domaines spéciaux. Ces dernières séances ont été organisées et en partie financées par l'ASE.

Actuellement, les normes suivantes sont en vigueur pour le matériel d'installations intérieures:

Transformateurs de faible puissance jusqu'à 3000 VA de puissance nominale et pour des tensions jusqu'à 100 kV;

Conducteurs isolés;

Interrupteurs (avec annexe pour interrupteurs exposés à la chaleur);

Interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou à déclenchement à distance par commande électrique et pour contacteurs;

Prises de courant (avec annexe pour prises de courant d'appareils thermiques);

Coupe-circuit;

Boîtes de dérivation.

A la fin de l'année, les institutions de contrôle avaient conclu avec 94 maisons, au total 140 contrats relatifs à la marque de qualité de l'ASE (94 maisons et 138 contrats l'année précédente), dont 92 contrats avec 65 maisons suisses et 48 contrats avec 29 maisons étrangères.

La *Commission pour les applications thermiques* (président: M. *F. Ringwald*, Lucerne) n'a pas eu de séance en 1935.

La *Sous-commission pour l'élaboration de programmes d'essais pour appareils thermiques et autres appareils de ménage* (président: M. K. *Sulzberger*) a tenu six séances, au cours desquelles les conditions techniques suivantes ont pu être liquidées et transmises à la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mises en vigueur:

Conditions techniques pour les dispositifs de sécurité contre l'échauffement anormal des chauffe-eau sous pression (Bull. ASE 1935, No 5);

Conditions techniques pour plaques de cuisson à chauffage électrique et pour cuisinières électriques de ménage (Bull. ASE 1936, No 1);

Conditions techniques pour coussins chauffants électriques (Bull. ASE 1936, No 1);

Conditions techniques pour supports de fers à repasser (Bull. ASE 1936, No 1).

En outre, la sous-commission étudia les projets de «conditions techniques pour armoires frigorifiques électriques», de «conditions techniques pour poêles et casseroles pour cuisinières électriques»,

[2]) Pour les buts de cette commission et pour les pays qui y collaborent, voir Bull. 1932, No. 11, page 270.

de «conditions techniques pour bouilloires électriques», de «conditions techniques pour chauffe-eau instantanés». Comme travaux importants de cette sous-commission, il y a lieu en outre de mentionner le rapport sur le chauffage électrique du sol dans les installations de culture forcée (Bull. ASE, N° 23) et le rapport sur les essais de cuisson pratiques effectués avec 2 cuisinières à accumulation Pilum, système Spiess. Un rapport abrégé sur la cuisinière à accumulation Pilum a été publié au Bulletin 1936, N° 24.

La *Commission de l'appareillage à haute tension, de la protection contre les surtensions et de la protection contre l'incendie* (président: *B. Bauer*, Zurich), n'a pas eu de séance. Les directives pour la lutte contre le feu sont en préparation.

La *Commission pour les prescriptions sur les installations intérieures* (président: M. *A. Zaruski*, St-Gall) a eu 3 séances. Elle s'est occupée, au cours de débats souvent ardus, de reviser et de compléter certaines dispositions des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, ainsi que d'élaborer des prescriptions sur les installations électriques à tension peu élevée. Les paragraphes modifiés ou complétés des prescriptions sur les installations intérieures, ainsi que les nouvelles prescriptions sur les installations à tension peu élevée, ont été approuvées le 13 décembre 1935 par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS et mises en vigueur au 1er janvier 1936. Elles ont été publiées au Bulletin de l'ASE 1935, N° 15, et 1936, N° 1. Si l'on avait réuni ces modifications ainsi que les modifications antérieures (de 1933), en un appendice aux prescriptions sur les installations intérieures, 3e édition, celles-ci seraient devenues trop compliquées à consulter. C'est pourquoi on décida de les réimprimer entièrement, en les adaptant à la situation actuelle (4e édition 1936).

Commission pour l'étude des perturbations du courant fort sur le courant faible (président: M. *W. Kummer*, Zurich).

Tandis que le groupe *a)* de cette commission a suspendu depuis plusieurs années son activité, le groupe *b)* ou *Commission des perturbations radioélectriques* avait achevé, vers la fin de 1934, sa tâche principale, en remettant à l'administration des PTT un projet définitif de «Directives» qui parut tôt après, sans modification essentielle, sous forme d'une «Ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer pour la protection des installations radioélectriques contre les perturbations radioélectriques dues aux installations à à fort et à faible courant» du 29 janvier 1935, en vigueur depuis le 1er avril 1935.

Cette ordonnance traite à fond le côté technique de la lutte contre les parasites de la radio, mais elle est muette sur l'aspect juridique et financier du problème. Aussi, la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS fit-elle, dans sa lettre du 21 décembre 1934 accompagnant le projet de «Directives» à l'Administration des PTT, la réserve expresse que ces directives ne sauraient préjuger en rien le réglement juridique et financier de la lutte anti-parasite.

Entre temps, l'administration des PTT a élaboré un avant-projet de dispositions relatives à la protection juridique des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques, ainsi qu'à la charge financière des mesures anti-perturbatrices, avant-projet que le Département fédéral des postes et chemins de fer a transmis au Département fédéral de justice et police pour préavis. De son côté, l'UCS a décidé d'entreprendre l'examen de la même question et a institué à cet effet une commission d'experts, composée de deux juristes et de deux ingénieurs, dont l'activité n'a commencé qu'en 1936.

Mentionnons encore que le problème de la lutte anti-parasite est à l'étude également sur le terrain international, au «Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques» (CISPR), dont font partie, comme représentants de la Suisse, MM. Aubort et Gerber, membres de notre Commission des perturbations radioélectriques.

Les sous-commissions I (appareils) et II (lignes) ont tenu chacune une séance, pour y traiter quelques questions spéciales de leur ressort.

4° *Finances.*

Le compte d'exploitation du Secrétariat général boucle malheureusement par un déficit que l'on ne peut couvrir qu'en partie par les réserves antérieures. Cet état de choses pourrait être alarmant si l'assainissement des finances n'était pas maintenant déjà un fait accompli. Avant tout, il y a lieu de remarquer que les rentrées en souffrance ainsi que les dépenses supplémentaires ont profité entièrement aux membres des deux associations, car le manque de recettes provient avant tout de la vente des publications. Par suite de la nouvelle rédaction des prescriptions sur les installations intérieures, on n'a pas vendu de ces prescriptions comme cela aurait dû être. En outre, on a été par trop optimiste lorsqu'on a fixé trop bas les prix de différents compléments au recueil des prescriptions, ce qui a également contribué au manque déjà constaté. Cependant, en 1936, ce trou sera plus que comblé par la vente des nouvelles prescriptions sur les installations intérieures.

Pour le Bulletin, le résultat financier du contrat sensiblement plus favorable avec l'imprimeur a été, comme prévu, compensé par une augmentation du texte français, ce qui a causé des frais de traduction bien plus élevés. Les efforts que nous ferons aussi à l'avenir pour maintenir, sinon augmenter l'importance du texte français ne nous permettront pas de réaliser des économies dans cette branche de notre activité. Par contre, le poste «traitement du personnel» ainsi que celui des «frais de voyage du personnel» seront moins élevés à l'avenir, bien qu'il soit absolument nécessaire de voyager beaucoup pour maintenir les relations et le contact personnel

avec les membres des associations. L'augmentation des frais de bureau est due à un accroissement d'activité en particulier des commissions, ce qui nécessite une quantité plus forte de circulaires. A l'avenir, il sera possible de réaliser également sur ce poste des économies, de sorte qu'on peut admettre qu'en 1936 le déficit reporté à compte nouveau sera en tous cas couvert et qu'on pourra en outre faire de nouvelles économies. Nous sommes cependant d'avis que l'intérêt de la chose exige de traiter les problèmes urgents même si cela entraîne une augmentation des frais. Il faut seulement veiller à ce que le budget reste équilibré, ce qui sera certainement possible à l'avenir, pour une marche normale des affaires.

Zurich, le 31 mars 1936.

Le Secrétaire général:
(sig.) *A. Kleiner.*

Ce rapport a été approuvé le 30 avril 1936 par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, qui décida d'utiliser les réserves du secrétariat général, s'élevant à fr. 6744.15 pour amortir le déficit et de reporter le solde du déficit, soit fr. 784.02, à compte nouveau.

Administration commune et Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Compte de l'exercice 1935 et Budget pour l'année 1937.

	Budget 1935 fr.	Compte 1935 fr.	Budget 1937 fr.
Recettes:			
Solde de l'année précédente ...	—	118.62	—
Subvention ordinaire: *a)* de l'ASE ...	74 000	74 000.—	74 000
b) de l'UCS ...	74 000	74 000.—	74 000
Indemnité des Institutions de contrôle pour la tenue de la caisse et de la comptabilité ...	19 000	19 000.—	19 000
Indemnité de la Section des achats de l'UCS pour l'administration ...	7 500	7 500.—	7 500
Indemnité de la Caisse de pensions de centrales suisses d'électricité pour son administration ...	13 000	10 910.30	11 500
Vente des publications ...	9 000	5 703.31	7 000
Bulletin et annuaire ...	9 500	9 056.80	9 500
Travaux payés ...	17 000	16 008.75	16 000
Divers et imprévus ...	4 500	4 557.20	3 500
Excédent des dépenses ...	—	7528.17	—
	227 500	228 383.15	222 000
Dépenses:			
Frais d'administration générale ...	15 500	16 251.85	16 000
Personnel (traitements) ...	144 000	137 693.75	138 000
Frais de voyage du personnel ...	5 200	6 577.—	5 500
Caisse de pensions, assurances ...	10 500	9 877.10	10 000
Collaborateurs et aides intérimaires ...	2 000	4 080.60	3 000
Loyer ...	9 500	9 500.—	9 500
Entretien des locaux (éclairage, chauffage, nettoyage, réparations) ...	3 000	3 061.83	3 000
Mobilier ...	500	482.80	500
Frais de bureau (matériel de bureau, ports, téléphones, etc.) ...	12 500	14 861.27	12 500
Bulletin et annuaire ...	19 000	20 251.30	19 000
Bibliothèque ...	800	571.45	500
Essais et travaux spéciaux des Institutions de contrôle ...	3 000	2 987.35	2 500
Divers et imprévus ...	2 000	2 186.85	2 000
	227 500	228 383.15	222 000

Comité Suisse de l'Eclairage (CSE)

Comité national suisse de la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE).

Rapport sur son activité en 1935 avec compte de 1935 et budget pour 1936.

En 1935, le CSE se composait comme suit:

Président: *A, Filliol*, directeur du Service de l'Electricité de Genève, Genève, délégué par l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS).

Vice-président: *P. Joye*, professeur, directeur des Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg, délégué par l'Association Suisse des Electriciens (ASE).

Secrétaire-Trésorier: *F. Largiadèr*, ingénieur, Erlenbach-Zurich, délégué par l'ASE.

Autres membres:

F. Buchmüller, directeur du Bureau fédéral des Poids et Mesures, Berne, délégué par celui-ci.

W. Henauer, architecte, Zurich, délégué par la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes (SIA).

H. König, remplaçant du directeur du Bureau fédéral des Poids et Mesures, Berne, délégué par celui-ci.

C. Savoie, ingénieur, chef d'exploitation des Forces Motrices Bernoises S. A., délégué par l'UCS.

K. Sulzberger, ingénieur, Zollikon, délégué par l'ASE.

E. L. Troillet, associé de la maison Troillet frères, Genève, délégué par l'ASE.

W. Trüb, ingénieur, directeur du Service de l'Electricité de la Ville de Zurich, Zurich, délégué par l'UCS.

L. Villard, fils, architecte, Clarens, délégué par la SIA.

Ex officio:

A. Kleiner, secrétaire général de l'ASE et de l'UCS, Zurich.

Collaborateurs:

C. A. Atherton, directeur de la Phœbus S.A., Genève.

W. von Gonzenbach, professeur, directeur de l'Institut d'hygiène et de bactériologie de l'EPF, Zurich.

R. Gsell, ingénieur, chef de section à l'office fédéral aérien, Berne.

E. Humbel, ingénieur-éclairagiste de la Bronzewarenfabrik A.-G., Turgi.

F. Tobler, ingénieur en chef de la Station d'essai des matériaux de l'ASE, Zurich.

Ingénieur chargé d'affaires au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS:

W. Bänninger.

Le 9 septembre, le CSE perdit un de ses membres les plus éminents, Monsieur K. Sulzberger qui succomba à une crise cardiaque, alors qu'il visitait les chantiers de la Dixence après l'assemblée générale de l'ASE. Monsieur Sulzberger a fait partie du CSE dès sa fondation et en a toujours suivi le développement avec grand intérêt. Le CSE lui garde un souvenir reconnaissant. Ses nombreux mérites ont été relevés dans le Bull. ASE 1935, p. 576. — Le 19 mars 1935, Monsieur *W. von Gonzenbach,* professeur, donna sa démission parce que surchargé de travail. Pour succéder à M. Sulzberger, le comité de l'ASE désigna le 13 décembre 1935 Monsieur J. Guanter, ing. dipl., Osram S. A., Zurich.

Le CSE a eu une séance à Berne le 22 mars. En outre, le secrétariat eut une série de conférences avec des membres du comité et d'autres intéressés.

L'activité du CSE porta essentiellement sur la préparation de la participation à la 9e réunion plénière de la Commission Internationale de l'Eclairage, dont le comité national suisse est le CSE. Cette réunion a eu lieu du 1er au 10 juillet à Berlin et Carlsruhe. Un compte-rendu paraîtra au Bulletin ASE en 1936.

1° Vocabulaire.

Le CSE est chargé, sous la direction de M. P. Joye, Fribourg, du secrétariat du Comité d'Etudes de la CIE pour le vocabulaire international en trois langues. La première partie du vocabulaire, le «projet de Zurich», qui concerne les bases physique et photométrique de l'éclairagisme, a été mis au net, de sorte que la 9e assemblée plénière de la CIE à Carlsruhe put l'adopter le 8 juillet, sous réserve de quelques modifications à apporter au texte allemand. En outre, on continua à rassembler de la matière pour compléter le vocabulaire.

2° Définitions et Symboles.

Matière à discussion fournit une proposition de la Commission internationale des questions d'installation (IFK), tendant à introduire le mot «dalm» pour le «décalumen» (10 lumens), unité servant à désigner le flux lumineux de certaines lampes à filament bispiralé. Le CSE élabora une réplique à cette proposition et la soumit à la CIE. Conformément à la recommandation du CSE, la proposition de l'IFK fut rejetée par la CIE à Berlin, le 2 juillet. Le CIE fixa la désignation «lm» pour le symbole du lumen. En apposant un D (symbole pour «déca») à ce symbole, on obtient naturellement Dlm pour «décalumen».

3° Eclairage appliqué.

Directives. La question des directives n'a pas été traitée en 1935, bien qu'il soit toujours prévu d'en établir.

Comité d'Etudes 62b de la CIE: «Pratique de l'éclairage». Comme secrétariat de ce comité, le CSE devait présenter à l'assemblée plénière un rapport général sur l'état actuel de la pratique de l'éclairage (voir rapport 1934). Le CSE approuva ce rapport intéressant, rédigé par Monsieur Atherton et le transmit en langue anglaise à la CIE.

Eclairage des voitures de chemin de fer. A l'aide de nombreuses données fournies par le Service de traction et des ateliers des Chemins de fer fédéraux, Monsieur Humbel rédigea un rapport sur le développement, l'état actuel et les tendances de l'éclairage des voitures de chemin de fer en Suisse. Selon une suggestion anglaise, ce rapport est destiné à en provoquer de pareils de la part d'autres pays, afin d'obtenir plus tard des données comparatives sur l'état de la question dans les différents pays. A l'occasion de la séance du Comité 62b, Pratique de l'Eclairage, à Berlin le 5 juillet, le rapport de Monsieur Humbel a été remis à quelques délégués afin qu'il en prennent connaissance à titre provisoire.

Liste des installations d'éclairage modèles. Il est prévu de dresser une telle liste pour la Suisse.

4° Eclairages spéciaux.

Projecteurs d'automobiles. Par le président de sa sous-commission, le CSE reste en contact avec les autorités et personnes compétentes en matière de prescriptions suisses sur les projecteurs d'automobiles. Le CSE suivit attentivement le mouvement d'opinion en faveur d'une révision de l'ordonnance fédérale d'exécution du 25 novembre 1932 au sujet de la loi fédérale sur la circulation des véhicules à moteur et des bicyclettes. Le CSE examina également la question des essais de projecteurs d'automobiles, en quoi les expériences de la station d'essai des matériaux de l'ASE furent d'une aide précieuse.

Eclairage pour la navigation aérienne. L'essai entrepris par le CSE avec le tube au néon de la maison Barbier, Bénard et Turenne à Paris, qui était en fonction depuis 1932 prit fin le 4 juin 1935 par suite de l'extinction du tube.

5° Collaboration générale aux autres Comités Techniques de la CIE.

Le CSE avait déjà fourni l'année précédente la plus grande partie de ses apports aux travaux de la CIE à l'ordre du jour de la 9e assemblée plénière (voir le rapport 1934). Le comité n'a plus eu qu'à prendre connaissance de l'expédition des différents rapports. Il s'agit là de rapports sur la question de la *réglementation suisse de l'éclairage pour la circulation automobile et pour la navigation aérienne,* sur la *photométrie de tubes luminescents,* sur *l'exactitude de la photométrie,* sur *la classification des luminaires selon la répartition du flux lumineux,* sur *l'éclairage des fabriques et des écoles,* sur *l'éclairage architectural,* et sur *l'enseignement de l'éclairage en Suisse,* ainsi que de quatre études fondamentales de Monsieur H. König à propos de la photométrie objective. A celles-ci vinrent s'ajouter en 1935 les deux travaux suivants de Monsieur König:

Photométrie hétérochrome, éléments et aperçu des méthodes objectives utilisées pour les mesures comparatives de base.

A propos d'une indétermination lors de la comparaison de sources lumineuses hétérochromes par la méthode de Tikhodeew.

Ces deux rapports ont également été approuvés par le CSE et transmis à la CIE.

6° Divers.

Le CSE a demandé à la CIE d'instaurer une commission de rédaction qui aurait à établir un recueil officiel des décisions prises par la CIE jusqu'à ce jour, analogue à la brochure «Die bisherigen Arbeiten der Internationalen Beleuchtungskommission» que le CSE a publiée de sa propre initiative et sous sa responsabilité à l'occasion de la «semaine zurichoise de la lumière» en 1932. La 9e assemblée plénière de la CIE donna à cette demande la suite qu'elle méritait en nommant la commission de rédaction proposée.

7° Comptes de l'exercice 1935 et budget pour 1936.

Recettes.	Comptes 1935 fr.	Budget 1936 fr.
Solde de l'exercice précédent	1879.70	2115.60
Cotisations annuelles	700.—	700.—
Intérêts	30.85	30.—
	2610.55	2845.60
Dépenses.		
Cotisation annuelle du CSE à la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) (Secrétariat général à Teddington) 20 £	304.40	300.—
Contribution aux frais du Vocabulaire	110.—	400.—
Contribution aux frais des directives	—.—	—.—
Achats de littérature technique	5.10	100.—
Divers et imprévus	75.45	300.—
Excédent des recettes	2115.60	1745.60
	2610.55	2845.60

Remarques.

1° Selon l'art. 15 des Statuts du Comité, du 11 novembre 1922, les frais du Bureau sont supportés par l'Association Suisse des Electriciens.

2° Selon le même art. 15, les frais résultant de la participation de délégués aux séances du Comité National, aux sessions de la CIE et aux séances des commissions spéciales, sont supportés par les institutions et associations qui ont désigné ces délégués.

3° Selon la décision prise en juillet 1935 à Carlsruhe par la CIE, la cotisation annuelle du CSE a été fixée à 20 £, pour une durée de 3 ans, à partir du 1er janvier 1936.

Le Président: (sig.) *A. Filliol.*   Le Secrétaire: (sig.) *F. Largiadèr.*

Commission de corrosion.

12e rapport et comptes de l'année 1935

présentés à

la Société de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE), Zurich;

l'Union d'Entreprises Suisses de Transport (UST), Berne;

la Division des Télégraphes et des Téléphones de la Direction générale des Postes et des Télégraphes (PTT), Berne;

l'Association Suisse des Electriciens (ASE), Zurich.

Comme les années précédentes, en 1935 la composition de la commission de corrosion est demeurée la suivante:

Président:

J. Landry, professeur, directeur de l'Ecole d'ingénieurs, Lausanne, délégué de l'ASE.

Autres membres:

E. Choisy, directeur de la Compagnie Genevoise des Tramways Electriques, délégué de l'UST.

A. Filliol, directeur du Service de l'Electricité de Genève, délégué de l'ASE.

H. Keller, chef de section et délégué des PTT, Berne.

H. Peter, ex-directeur du Service des Eaux de la Ville de Zurich, délégué de la SSIGE.

E. Trechsel, chef de section et délégué des PTT, Berne.

Ph. Tripet, directeur de la Compagnie des Tramways de Neuchâtel, délégué de l'UST.

W. Wyssling, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale, délégué de l'ASE.

H. Zollikofer, secrétaire et délégué de la SSIGE, Zurich.

Ex officio:

Le secrétaire général de l'ASE et de l'UCS.

Chef de l'Office de contrôle:

H. Bourquin, ingénieur au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Zurich.

La commission de corrosion a tenu sa séance annuelle à Berne, le 13 juin 1935. Elle adopta le 11e rapport sur l'activité de la commission et de l'office de contrôle en 1934, ainsi que le compte et le bilan de la commission, de même que les comptes des fonds de renouvellement et de compensation pour 1934 [1]). Elle fixa ensuite le budget pour 1936 [1]), en élevant de 1500 à 2000 fr. la cotisation «ordinaire» et en répartissant le versement «extraordinaire» de 2400 fr., nécessaire pour équilibrer le budget, entre la SSIGE, l'ASE et l'administration des PTT, à l'exclusion de l'UST, la plus durement frappée par la crise et qui se trouve par là dans l'impossibilité d'augmenter ses prestations au delà du versement ordinaire.

La commission prit connaissance d'abord d'un rapport détaillé de l'office de contrôle relatif à une troisième série d'essais sur la corrosion électrolytique d'objet métalliques enterrés, soumis à l'action d'un courant continu d'intensité constante, puis d'un rapport verbal sur d'autres essais destinés à mettre en lumière le processus même de la corrosion, dont le compte-rendu détaillé, avec tableaux numériques, diagrammes et photos, a été remis plus tard aux membres de la commission. Les précieux résultats des trois séries générales d'essais échelonnées entre les années 1931 et 1934 constituent en quelque sorte un tout indépendant et la commission a chargé l'office de contrôle de préparer à ce sujet un rapport synthétique susceptible d'être publié au Bulletin de l'ASE.

Enfin, la commission a pris connaissance de communications de l'office de contrôle sur une série de questions actuelles dans le domaine de la lutte contre les corrosions, ainsi que d'explications concernant les essais en cours et ceux qu'il se propose d'entreprendre.

Dans le cadre des travaux périodiques réglés par contrats, l'office de contrôle a examiné les réseaux suivants:

Tramways de Zurich (mesures partielles);
Tramways de Schaffhouse (mesures partielles);
Tramways Lausannois (mesures complètes);
Tramway Vevey—Monreux—Chillon—Villeneuve (mesures partielles);
Chemin de fer de l'Uetliberg (mesures partielles);
Chemin de fer Coire—Arosa (mesures complètes);
Chemin de fer Frauenfeld—Wil (mesures complètes);
Plaine du Rhône (mesures partielles sur les chemins de fer Aigle—Ollon—Monthey, Aigle—Leysin, Aigle—Sépey—Diablerets, Bex—Gryon—Villars; mesures complètes sur le chemin de fer Monthey—Champéry).

Les chiffres suivants donnent un aperçu de l'ampleur de ces contrôles:

	1935	1934
Joints de rails (résistance mesurée)	20 234 [2])	18 810
Joints soudés à l'aluminothermie (contrôlés)	3 810	2 168
Résistance transversale entre files de rails parallèles (mesurée)	3 134	2 952

En outre, à Zurich, à Lausanne et à Vevey-Montreux on a mesuré comme d'habitude l'intensité moyenne dans les feeders de retour, pour contrôler la répartition du courant dans le réseau de rails, laquelle est en relation étroite avec la ten-

[1]) Voir Bull. ASE 1935, No 14, p. 399 et suiv.; en outre Bulletin mensuel SSIGE 1935, No 8, p. 200 et suiv.

[2]) Parmi ces joints, 713 ont été mesurés deux fois, soit avant et après réparation de l'éclisse, lorsque cette dernière accusait une résistance exagérée.

dance au vagabondage et le danger de corrosion par électrolyse qui en dépend. Dans le réseau des Tramways Lausannois et le long de la ligne Vevey—Montreux—Chillon—Villeneuve, on a relevé enfin la différence de potentiel entre rails et conduites d'eau en un certain nombre de points, pour mettre en lumière l'influence des améliorations réalisées au cours de ces dernières années dans les installations de traction sur la distribution des potentiels. A l'occasion du contrôle des joints de rails sur le chemin de fer Coire—Arosa, on a procédé à des mesures de courants vagabonds dans la gaine de plomb du câble téléphonique Arosa—Langwies. Ici comme sur la ligne Vevey—Montreux—Chillon—Villeneuve, on a pu mettre en évidence l'utilité d'une décentralisation de l'alimentation du chemin de fer, grâce à l'érection de postes auxiliaires convenablement chargés, pour diminuer les courants vagabonds. Ajoutons enfin que l'examen des câbles à 50 kV Bruderholz—Voltastrasse à Bâle, mentionné dans le dernier rapport annuel, a été complété, à la suite du contrôle périodique de l'année précédente, par d'autres mesures motivées par la mise en service du nouveau poste de redresseurs de la Voltastrasse, qui influe sur la répartition des courants vagabonds.

A côté des mesures périodiques réglées par contrats, l'office de contrôle a exécuté un certain nombre d'ordres spéciaux:

Lieu:	Objet:	Commettant:
Lausanne, Solitude	Câbles du tramway	Tramways Lausannois
Bâle-Augst	Câbles à 6 kV	Service de l'électricité de Bâle
Reinach et environs (Bâle-Campagne)	Réseau d'eau	Buss S. A., Bâle
Bâle et Olten	Installations de laiteries	Station fédérale d'essai des matériaux, Zurich
Baar	Câble de signalisation	Corporation bourgeoise de Baar (Zoug)
Nyon	Conduites d'eau et de gaz	Municipalité de Nyon
Zurich, Klosbachstrasse	Conduite d'eau	Service des eaux de Zurich

En outre, l'expertise en cours depuis plusieurs années à Lausanne nécessita le concours de l'office de contrôle pour de nouveaux travaux. Enfin, le chef de l'office de contrôle a été sollicité dans deux cas pour donner son avis au sujet de vagabondage de courant à l'étranger.

Mentionnons aussi que l'office de contrôle a procédé à diverses reprises à des recherches en commun avec la Station d'essai des matériaux de l'Ecole polytechnique fédérale, soit à la demande de celle-ci, soit de sa propre initiative. Il s'agissait de cas complexes de corrosion, que seul un examen simultané des deux points de vue chimique et électrique était susceptible de tirer au clair. Cette collaboration réjouissante a porté ses fruits également lors de l'interprétation des résultats de nos diverses séries d'essais électrolytiques.

Quant aux études d'intérêt général, l'office de contrôle en a réduit l'étendue, obéissant au mot d'ordre d'économie de la Commission. La première série d'essais spéciaux commandés par notre appareil automatique (voir dernier rapport annuel) a été poursuivie toute l'année, afin de permettre au facteur «temps» de déployer nettement ses effets et de laisser les processus électrochimiques amorcés se développer aussi naturellement que possible.

L'office de contrôle a exécuté un certain nombre d'essais au moyen d'un dispositif loué par la maison Siemens et qui permet de déterminer à l'aide d'électrodes impolarisables la distribution du potentiel à la surface du sol; ces essais sont en relation avec les mesures que permet d'exécuter la méthode Gibrat, mentionnée déjà à plusieurs reprises dans nos rapports antérieurs. A ce propos, le chef de l'office de contrôle a eu l'occasion, en juillet 1935, d'assister personnellement à une démonstration pratique du «dispositif différentiel Schlumberger», développé et mis au point par M. Gibrat pour mesurer les courants vagabonds, dans la domaine du chemin de fer La Mure-Gap près de Grenoble, où M. Gibrat avait très aimablement convié M. Bourquin. Celui-ci a acquis la conviction que cet ingénieux dispositif remplit son but et, qualitativement du moins, donne de précieux renseignements sur la présence éventuelle, l'ordre de grandeur et le sens des courants vagabonds pénétrant ou quittant les canalisations souterraines, par conséquent aussi sur les mesures les plus propres à combattre le danger d'électrolyse auquel ces dernières sont exposées.

A la 8e session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE), en juin/juillet 1935 à Paris, les problèmes que soulève la mesure des courants vagabonds donnèrent lieu à une intéressante discussion, consécutive à la présentation par M. Gibrat d'un rapport intitulé «Etudes pratiques faites au cours de l'année 1934 sur l'électrolyse des canalisations souterraines». Après avoir rendu publiquement hommage à la valeur très réelle des travaux de M. Gibrat, M. Bourquin attira l'attention sur quelques points contestables de l'interprétation que donne l'auteur de certaines constatations et sur les difficultés qui s'opposent — dans les villes notamment — à l'application pratique de sa nouvelle méthode de mesure.

A la session sus-mentionnée de la CIGRE fut institué un «Comité de liaison de la CIGRE avec le CCIF et la CMI», qui a pour mission d'examiner préalablement dans le cadre de la CIGRE les problèmes fondamentaux de l'action du courant fort sur le courant faible (induction) et des méfaits des courants vagabonds (électrolyse), en vue d'entretiens dans des commissions paritaires, instituées par des organismes internationaux où siègent à la fois perturbateurs et perturbés. Le chef de notre office de contrôle est membre de la 2e section (corrosion) de ce Comité d'Etudes de la CIGRE; c'est en cette qualité qu'il a pris part à une première séance du Comité, le 4 décembre à Paris. On y a discuté entre autres deux questions particulièrement importantes, celle du drainage électrique des conduites souterraines menacées d'électrolyse, puis celle du calcul de la différence de potentiel rail/conduite dans les réseaux de tramways et sa limitation. Il s'agissait de fixer le point de vue officiel de la CIGRE en vue d'une revision des «Recommandations du Comité Consultatif International Téléphonique» (CCIF), dont toute la partie relative à la protection des câbles contre la corrosion électrolytique a été élaborée en 1926 avec notre concours. La discussion, à laquelle prit part notamment M. Gibrat, aboutit à l'accord parfait de toutes les personnes présentes quant au sens dans lequel une revision des «Recommandations» du CCIF paraît désirable. La suite donnée à cette affaire au sein du CCIF rentre dans l'activité de l'année suivante.

La CMI, dont la 4e réunion plénière était prévue en octobre 1935, a dû être renvoyée une fois encore et a eu lieu seulement en janvier 1936 à Paris. Nous y reviendrons dans le rapport de l'année prochaine.

Finances. Le compte de la commission de corrosion pour 1935 accuse fr. 21 815.— de recettes et fr. 21 770.32 de dépenses, c'est-à-dire un solde actif de fr. 44.68, à reporter à compte nouveau. Le fonds de compensation, dont la commission a décidé de suspendre l'alimentation, atteignait au 31 décembre 1935 fr. 6324.20. Le fonds de renouvellement a été mis à contribution pour la somme de fr. 913.55, pour réparations et entretien, ainsi que pour l'achat d'instruments nouveaux avec accessoires; les versements, qui ont atteint un montant de fr. 805.—, ont compensé la plus grande partie de ces dépenses, de sorte que le fonds de renouvellement atteignait fr. 7001.30 au 31 décembre 1935.

Quant au bilan, il convient de remarquer que les deux obligations à 5 % de la Banque cantonale zurichoise, d'un montant de fr. 8000.—, ont été remboursées le 15 mars 1935. Cette somme n'a pas été placée sur d'autres valeurs, mais utilisée pour réduire la créance de l'ASE, car on sait que cette association avance constamment à l'office de contrôle les crédits d'exploitation dont il a besoin.

Le président de la Commission de corrosion:
(sig.) *J. Landry.*

La commission de corrosion a approuvé le rapport ci-dessus le 2 juin 1936.

Commission de corrosion.

I. Compte de l'année 1935 et budget pour 1937.

	Budget 1935 fr.	Compte 1935 fr.	Budget 1937 fr.
Recettes:			
Versement ordinaire des associations …	1 500	1 500.–	2 000
Travaux de l'office de contrôle …	17 000	20 315.–	18 000
	18 500	21 815.–	20 000
Dépenses:			
Solde passif …	–	522.17	–
Administration …	3 000	2 718.70	3 000
Mesures et recherches facturées …	12 400	15 364.60	14 000
Etudes diverses d'intérêt général, non facturées …	2 500	2 153.–	2 300
Versements au fonds de renouvellement …	600	805.–	700
Intérêt 1 % en compte-courant avec l'ASE …	–	206.85	–
Solde actif …	–	44.68	–
	18 500	21 815.–	20 000

II. Fonds de compensation, compte 1935.

	fr.
Recettes:	
Etat du fonds au 1er janvier 1935 …	6 207.80
Intérêts en 1935 (frais déduits) …	116.40
Etat du fonds au 31 décembre 1935 …	6 324.20

III. Fonds de renouvellement, compte 1935.

	fr.
Recettes:	
Etat du fonds au 1er janvier 1935 …	6 993.45
Intérêts en 1935 (frais déduits) …	116.40
Versements au 31 décembre 1935 …	805.–
	7 914.85
Dépenses:	
Réparations, renouvellement et entretien …	369.15
Achat d'instruments …	544.40
Etat du fonds au 31 décembre 1935 …	7 001.30
	7 914.85

IV. Bilan au 31 décembre 1935.

Actif:	fr.	*Passif:*	fr.
Equipement pour le contrôle des joints (y compris l'avance d'exploitation) …	8 999.–	Avance des associations …	9 000.–
Equipement pour la mesure du courant dans le sol et appareil automatique d'essais …	1.–	Fonds de compensation …	6 324.20
Débiteurs de l'office de contrôle …	25 575.–	Fonds de renouvellement …	7 001.30
		Avoir de l'ASE …	12 204 82
		Solde actif …	44.68
	34 575.–		34 575.–

Rapport de vérification des comptes de la commission de corrosion.

Au nom de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, le soussigné a vérifié les comptes de la commission de corrosion pour l'année 1935, le 24 mars 1936. Les recettes et les dépenses concordent en tout point avec la comptabilité et les pièces justificatives.

Je propose par conséquent à la commission d'adopter le compte d'exploitation et le bilan au 31 décembre 1935, ainsi que les comptes du fonds de compensation et du fonds de renouvellement, en donnant décharge au comptable, avec remerciements.

Uster, le 26 mars 1936.

Le vérificateur des comptes:
(sig.) *F. Bachmann.*

Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

Ordre du jour
de la 44e assemblée générale ordinaire de l'UCS

samedi, 4 juillet 1936, à 10 heures,

à St-Gall (Salle du Grand-Conseil)

Discours de bienvenue.

1° Nomination de deux scrutateurs.

2° Approbation du procès-verbal de la 43e assemblée générale du 7 septembre 1935 à Zermatt [1]).

3° Approbation du rapport du comité et de la Section des achats sur l'année 1935 [2]).

4° Compte de l'UCS pour l'exercice 1935 [2]); rapport des vérificateurs des comptes et propositions du comité.

5° Approbation du rapport de la Section des achats sur l'année 1935 [2]); rapport des vérificateurs des comptes et propositions du comité.

6° Fixation des cotisations des membres de l'UCS pour 1937, conformément à l'art. 6 des statuts; proposition du comité.

7° Budget de l'UCS pour 1937 [2]); proposition du comité.

8° Budget de la Section des achats pour 1937 [2]); proposition du comité.

9° Rapport sur l'activité du Secrétariat général en 1935 [2]) et compte 1935, approuvés par la commission d'administration.

10° Budget du Secrétariat général pour 1937 [2]), approuvé par la commission d'administration.

11° Rapport et compte du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) sur l'année 1935 et budget pour l'année 1936 [2]).

12° Nominations statutaires:
   a) de 3 membres du comité;
   b) du président;
   c) de 2 vérificateurs des comptes et de 2 suppléants.

13° Choix du lieu de la prochaine assemblée générale ordinaire.

14° Divers: propositions des membres.

15° Conférence de M. E. A. Engler, directeur des Forces motrices du Nord-Est Suisse sur l'usine de l'Etzel.

Pour le comité de l'UCS:

Le président: (sig.) *R.-A. Schmidt.*

Le secrétaire général: (sig.) *A. Kleiner.*

[1]) Voir Bulletin 1935, N° 26.

[2]) Voir Bulletin 1936, N° 12.

Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS).

Rapport présenté par le comité à l'assemblée générale sur l'exercice 1935

En 1935 le comité était composé de:

MM. *Schmidt* (Lausanne), Président, *Andreoni* (Lugano), *Elser* (St-Gall), *Frymann* (Lucerne), *Graner* (St-Imier), *Joye* (Fribourg), *Keller* (Berne), *Niesz* (Baden), *Sameli* (Zollikon), *Stiefel* (Bâle). Secrétaire général: *A. Kleiner;* Secrétaire de l'UCS: *A. Chuard.*

Par rapport à 1934, diverses modifications sont à relever dans la composition du comité. Nous enregistrons d'une part l'absence de M. *Trüb*, le distingué directeur des Usines de la Ville de Zurich, qui pendant des années avait été un membre dévoué, très entreprenant et actif de notre comité. Surchargé de travail par ailleurs, M. Trüb a tenu à s'en retirer. Qu'il nous soit permis de lui adresser derechef nos remerciements chaleureux pour l'activité qu'il a développée pour la cause commune, et d'exprimer le vœu que de longues années encore il puisse nous garder sa collaboration précieuse et son grand dévouement.

Pour remplacer M. Trüb, l'assemblée générale a désigné M. Frymann, Lucerne, lui aussi représentant d'une entreprise municipale.

Afin de satisfaire au vœu des petites entreprises, revendeurs d'énergie, l'assemblée générale du 7 juillet 1934 a décidé de porter à 10 le nombre des membres du comité, en nommant M. Sameli, ing., Zollikon. C'était du reste l'occasion de garder administrativement la parité avec l'ASE qui avait élevé lui-même à 10 le nombre de membres de son comité.

Est-il besoin de souligner les mérites de M. *Ganguillet*, qui a pris sa retraite à la fin de 1934? Figure populaire au sein de l'UCS, toujours aimable et bienveillant envers tous et en toutes circonstances, notre secrétaire s'est dévoué pendant 16 ans pour l'UCS. Nous lui exprimons ici nos remerciements sincères. Qu'il jouisse de longues années en bonne santé d'un repos bien mérité.

Au secrétariat M. Ganguillet a été remplacé par M. *Chuard*, une force jeune dont nous attendons beaucoup.

Au cours de l'année, le comité a tenu 7 séances.

L'assemblée générale très fréquentée a eu lieu le 7 septembre 1935 à Zermatt; le procès-verbal y relatif a été publié dans le «Bulletin» 1935, No. 26, page 769 et suivantes.

Ne parlons plus, dans notre rapport, de crise: tout confirme, en effet, qu'elle s'est installée à demeure, et que nous nous trouvons au-devant d'une nouvelle situation économique à laquelle nous devons nous adapter. Cette adaptation ne manque pas de causer maint sacrifice qu'il faut, bon gré mal gré, accepter, si l'on veut sauver l'avenir de notre économie nationale. Et nous sommes heureux de constater, que cette volonté est devenue la devise de notre Union, toujours soucieuse de l'avenir économique de notre pays. Les concessions que nos Entreprises de production et de distribution d'énergie électrique n'ont cessé de consentir à l'ensemble des consommateurs sont sérieuses. Nous sommes peinés de devoir constater que nos abonnés n'ont pas reconnu partout notre bonne volonté qui nous a imposé, à nous aussi, restrictions et sacrifices. A grands cris on nous réclame des abaissements de prix; on oublie que de nous-mêmes, nous avons fait et continuous à faire tout notre possible, mais que toute chose a une limite et qu'il n'est pas dans l'intérêt de notre économie nationale que nous nous écartions de la saine politique financière suivie jusqu'à ce jour.

Est-ce une raison de ruiner notre branche d'activité parce que c'est une des rares qui, aujourd'hui encore, est dans une situation relativement saine?

L'avenir prouvera que, malgré les attaques auxquelles elle est exposée, notre politique économique contribuera au redressement général des affaires et de la destinée de notre pays.

Assemblées et congrès.

C'est Zermatt qui, le 7 septembre 1935, nous a reçus pour notre assemblée générale. Réception inoubliable, organisée avec soin et perfection, et réussie en tous points. Même le temps s'était mis à l'unisson de notre enthousiasme, et c'est sous un soleil radieux que nous nous sommes laissés impressionner à cœur-joie par la grandeur du paysage. Le compte-rendu de l'assemblée générale a été publié au Bulletin 1935, No. 26, page 769 et suivantes. Monsieur le Prof. *Landry* nous a donné une conférence, au cours de laquelle il nous a relaté avec la clarté et la simplicité que nous lui connaissons, la genèse de la grande œuvre qu'il a réalisée, en menant à chef l'aménagement de la chute de la Dixence. Le lendemain, 8 septembre 1935, c'était le tour de l'assemblée générale de l'ASE au Gornergrat, tandis que le 9 septembre 1935 était affecté à différentes excursions à la Dixence, aux Usines d'aluminium de Chippis, et à Montana-Vermala.

C'est au cours de l'excursion de la Dixence que la mort a fauché au milieu de nous: Monsieur le Dr Sulzberger s'est affaissé, frappé d'une congestion. Belle mort pour celui qui avait mis tout son savoir à la disposition de l'industrie électrique, de partir ainsi, alors qu'entouré de collègues et d'amis il visitait une œuvre des plus modernes. Mais dure contribution pour l'UCS comme pour l'ASE, dont il était le vice-président, que la perte de ce collaborateur précieux et dévoué, membre de multiples comités et commissions mixtes de l'ASE et de l'UCS. Nous lui garderons toujours un souvenir ému et reconnaissant.

Continuant la pratique inaugurée en 1934, nous avons organisé le 13 juillet 1935 une fête pour ceux que nous appelons les «jubilaires», soit ceux qui atteignaient dans l'année 25 ans de service dans la même entreprise. Avec la collaboration précieuse du Service de l'électricité de la Ville de Bienne, cette fête, qui avait réuni 130 des 160 jubilaires, a été d'une réussite parfaite. Elle fut clôturée par une excursion sur le lac de Bienne avec halte à l'île de St-Pierre. Le compte-rendu de la manifestation a été publié au Bulletin de l'ASE 1935, No. 18, page 525 et suivantes.

Une journée de conférences suivies de discussions eut lieu à Bienne le 2 mars 1935. M. Roesgen (Genève) y présenta un exposé fort intéressant sur les perturbations radioélectriques et les moyens d'y parer; puis M. Leimgruber (Zurich) fit une causerie non moins intéressante sur les expériences faites avec les poteaux en bois imprégné. Ces 2 conférences ont été publiées au Bulletin 1935, No. 13, page 342 et No. 18, page 497. Une deuxième journée des conférences eut lieu le 24 juin 1935 à Fribourg. M. *Roesgen* (Genève) rappela rapidement la situation actuelle dans la lutte contre les parasites radioélectriques; puis M. *Python* (Fribourg) présenta un remarquable exposé sur l'aspect juridique du problème. Cet exposé fut complété par M. le Dr *Fehr* (Zurich). La discussion qui suivit fut très nourrie.

La *Société pour la Diffusion de l'Energie Electrique* (Elektrowirtschaft) a organisé les 22 et 23 février 1935 à *Genève* un cours d'instruction au cours duquel les quesitons suivantes ont été traitées: la cuisine électrique, les chauffe-eau, les facilités accordées par les centrales pour favoriser l'installation d'appareils électro-thermiques, et les principes â observer dans la publicité et la propagande. La Société pour la Diffusion de l'Energie Electrique nous a en outre invité à une deuxième assemblée de discussion qui s'est tenue les 8 et 9 novembre 1935 à *Fribourg*. Les thèmes de discussion ont été présentés par nos distingués collègues, M. Stiefel (Bâle) sur «la propagande des grandes centrales d'électricité», et M. Trüb (Zurich) sur «le gaz et l'électricité dans les villes». En outre M. Burri (Elektrowirtschaft) donna une conférence intitulée «Nos concurrents et leurs méthodes de défense», et M. Guanter (Office d'éclairagisme) parla de «la propagande pour l'éclairage à la campagne». Comme d'habitude, les séances de Genève et de Fribourg étaient placées sous le patronage de l'UCS.

Législation fédérale.

Une ordonnance du 29 janvier 1935 du Département Fédéral des Postes et des Chemins de fer sur la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques causées par les installations à fort et à faible courant a été mise en vigueur le 1er avril 1935. Cette ordonnance traite le côté technique de la question. Elle est identique avec le projet présenté par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, projet élaboré par notre commission mixte des perturbations radio-électriques. Le côté économique et juridique de la question n'est cependant pas réglé. Des études et pourparlers sont actuellement en cours et nous avons l'assurance formelle des autorités, que rien ne sera entrepris ni dans la réalisation pratique de l'ordonnance technique du 29 janvier 1935, ni dans la réglementation juridique du problème sans que nous soyons consultés.

Commissions de l'UCS.

La *commission des tarifs* (président M. Baumann, Berne) a tenu en 1935 4 séances. Diverses requêtes qui avaient été présentées au Conseil Fédéral et dans lesquelles la politique tarifaire des Centrales d'électricité était attaquée, furent examinées. Les problèmes ainsi soulevés furent étudiés à fond, de sorte que nous sommes prêts à nous défendre le jour où il faudra le faire.

Au cours de l'année la commission a, en outre, discuté les rapports du secrétariat concernant la tarification de l'énergie pour les armoires frigorifiques et les prix de revient de l'énergie produite par groupes Diesel pour cas spéciaux. Ces rapports ont été remis, depuis, à nos membres. Le secrétariat a été chargé d'ouvrir des enquêtes sur les tarifications de l'énergie consommée par les lampes à vapeur de métal, par les moteurs pour chauffage à huile, par les cinémas, enquêtes qui seront discutées en 1936.

Nous devons constater avec satisfaction que nos membres répondent avec empressement aux différentes enquêtes auxquelles nous procédons. Qu'il nous soit permis de leur exprimer à cette place nos remerciements pour le travail supplémentaire qu'elles font ainsi et que nous leur occasionnons dans l'intérêt de notre Union.

La *commission pour les questions de personnel* (président M. le Dr Fehr, Zurich) s'est réunie une

fois. Elle a pris connaissance de l'enquête de 1935 sur les salaires des ouvriers et elle a décidé de procéder en 1936 à une enquête sur d'autres bases, en essayant d'étendre à certaines catégories d'employés.

La *commission pour les questions d'assurance* présidée par M. Dubochet, Clarens, a continué, au cours de ses 2 séances, la discussion sur l'assurance-incendie du mobilier. D'autre part elle a pris connaissance avec satisfaction de l'abaissement des primes par la Caisse Nationale Suisse d'Assurance en cas d'accidents. La commission *pour l'étude des accidents dûs aux courants forts* s'est réunie une fois sous la présidence de M. Ringwald (Lucerne). Le compte rendu de cette séance a été publié au Bulletin 1935, No. 23, page 668.

La *délégation pour les pourparlers avec l'Union Suisse des Installateurs-électriciens* a eu à se réunir 2 fois sous la présidence de M. Graner (St-Imier). Les petits différends surgis ont pu être aplanis à la satisfaction des deux parties.

Le rapport du Secrétariat général contient à la page 332 le compte-rendu concernant les *commissions mixtes de l'ASE et de l'UCS.*

Nous tenons à remercier les membres de toutes nos commissions, leurs présidents en particulier, pour le grand travail qu'ils consacrent, malgré leurs occupations professionnelles multiples et ardues, aux questions d'intérêt général.

La *Caisse de Pensions de Centrales Suisses d'électricité* se développe conformément aux prévisions. Elle comptait le 30 juin 1935 3596 assurés répartis sur 82 entreprises. Sa fortune s'élevait le même jour à fr. 29 305 682.—. Au cours de ses 13 premières années d'existence elle a distribué aux retraités, invalides, veuves et orphelins fr. 3 421 100.—.

Relations avec les Sociétés amies.

Nous avons poursuivi en 1935 la discussion sur la requête à présenter au Conseil Fédéral en commun avec la Société Suisse pour l'Aménagement des Eaux. Cette requête, tendant à une réglementation dans l'ordre de construction des usines projetées, est actuellement (depuis le 23 octobre 1935) en mains des Autorités Fédérales.

Nous sommes en relations constantes et cordiales avec la *Société Suisse pour l'aménagement des Eaux* qui, nous le reconnaissons volontiers, est toujours prête à nous appuyer dans nos aspirations. Le 17 novembre 1935, cette Société amie fêtait son 25^e anniversaire, fête simple et modeste, où il régna un esprit de grande cordialité et d'intimité; notre président exprima au nom de l'UCS toutes nos félicitations et n'oublia pas les mérites des dirigeants de la Société jubilaire.

De même pouvons-nous constater la bonne entente avec la *Société pour la diffusion de l'Energie électrique.* Il s'est montré que le contrat passé entre nos deux sociétés en 1934, par lequel nous subventionnons cette société amie et fixons les champs d'activité de chacun, est à l'avantage des deux partenaires. Nous espérons que la bonne entente régnant actuellement dans nos relations, continuera et portera ses fruits.

Nous relevons avec satisfaction que nos relations avec l'*Union Suisse des Installateurs-Electriciens* sont excellentes. Si parfois les intérêts de nos deux sociétés sont opposés, nous constatons que toutes les difficultés ont pu être aplanies grâce à la bonne volonté régnant dans la délégation paritaire pour les pourparlers entre nos deux institutions (présidée par M. *Graner*). Les *examens de maîtrise* dont le règlement a été approuvé le 20 juillet 1935 par le Département Fédéral de l'Economie Publique, n'ont pu avoir lieu en 1935: la première session s'est tenue au début de 1936. Nous nous faisons un devoir de recommander instamment à nos membres de tenir compte, partout où faire se peut, de cette nouvelle réglementation dans l'attribution de la concession d'installateur.

Nous signalons que des études ont été entreprises en 1935 et se poursuivent en 1936, pour combattre d'un commun accord avec l'USIE, l'activité néfaste des installateurs amateurs non concessionnés.

Les *examens des installateurs* désirant obtenir une concession ont eu lieu comme de coutume à Zurich et à Berne sous la présidence de M. Ganguillet. En 13 séances 95 candidats ont subi les examens, 45 ont été recommandés pour l'octroi d'une concession.

Par suite d'un nouveau contrat passé entre l'UCS, l'Union des Installateurs Electriciens et le Syndicat des fabriques de lampes à incandescence, l'organisation de l'*Office d'éclairagisme* a été assurée pour une nouvelle période de 5 ans. Son comité de direction, a tenu deux séances présidées par M. *Trüb.*

L'UCS a, comme de coutume, été invitée à un grand nombre de manifestations de sociétés amies. S'il ne lui a pas été possible de toujours se faire représenter, c'est parce que des raisons majeures l'en ont empêchées.

Finances.

Les comptes pour 1935 et le bilan figurent ci-dessous. Les recettes et dépenses s'élèvent à fr. 119 031.65; dans ces dernières figurent fr. 11 538.70 pour des réserves spéciales de l'UCS.

Ces réserves ne subsisteront probablement plus longtemps, vu les exigences de l'heure actuelle et la perspective de l'exposition nationale de 1939.

Zurich, le 1er mai 1936.

Pour le Comité de l'UCS:

Le Président: (sig.) *R. A. Schmidt.*

Le Secrétaire: (sig.) *A. Kleiner.*

Section des achats de l'UCS.

Nous avons fait part de la nouvelle convention conclue en 1935 avec l'Union des Installateurs-Electriciens et les Fabriques de *lampes à incandescence.* Les pourparlers, longs et ardus, ont été dirigés avec tenacité par M. Trüb. La recette, dont l'UCS peut disposer librement, est de fr. 10 000.—; elle est portée directement au compte de l'UCS.

L'accord conclu avec le *Syndicat de conducteurs isolés* a été renouvelé et modifié. A partir du 1er avril 1935 nos membres bénéficient d'un rabais spécial de 5 % à déduire du montant des factures, plus une bonification de 2 à 4 % variable selon les commandes passées par l'ensemble des Centrales au Syndicat. Du 1er juillet 1934 au *31 mars 1935* les Centrales intéressées ont acheté 2870 km de conducteurs isolés; elles ont touché sur ces achats une ristourne de fr. 22 220.— (trois quarts d'année!).

En ce qui concerne les conducteurs sous plomb isolés au caoutchouc et les tubes isolés, nos accords avec les fabricants n'ont pas été modifiés. Du 1er juillet 1934 au 31 mars 1935 87 740 m de *conducteurs sous plomb isolés au caoutchouc* et 343 090 m de *tubes isolants* ont été achetés par nos Cenrales, qui ont bénéficié d'une ristourne de fr. 8900.—.

Les livraisons *d'huile pour transformateurs* et disjoncteurs ont été effectuées par le même fournisseur que jusqu'ici.

Les centrales intéressées à notre section des achats ont acheté du 1er juillet 1934 au 30 juin 1935 pour un montant de fr. 1 605 500.— d'*appareils électro-thermiques.* La ristourne correspondante a été de fr. 42 150.—.

Avec une maison, nous avons conclu un accord spécial, vu qu'elle a quitté le Syndicat des fabricants d'appareils électro-thermiques.

Les comptes de la Section des achats de l'UCS et le bilan figurent ci-dessous. Nous faisons remarquer que, dans ce domaine aussi, la situation économique actuelle provoque une diminution de la construction, par suite des installations, et entraîne une diminution notable des recettes, due également à ce que le nouvel accord à propos des conducteurs n'a fonctionné que 9 mois.

Dans le désir de maintenir notre contribution annuelle de fr. 10 000.— à l'UCS, nous proposons de couvrir l'excédent des dépenses sur les recettes, de fr. 5 161.86 par un prélèvement de fr. 5 000.— au fonds de compensation, et de reporter le solde de fr. 161.86 à compte nouveau.

Zurich, le 1er mai 1936.

Pour la Section des Achats:

Le Président: (sig.) *R. A. Schmidt.*

Le Secrétaire: (sig.) *A. Chuard.*

UCS

Compte de l'année 1935 et Budget pour l'année 1937.

	Budget 1935 fr.	*Compte 1935* fr.	*Budget 1937* fr.
Recettes:			
Cotisations des membres	80 000	86 745.—	85 000
Intérêts	12 200	12 286.65	13 000
Subvention prise sur les recettes de la Section des achats pour buts généraux	10 000	10 000.—	10 000
Autres recettes	10 000	10 000.—	10 000
	112 200	119 031.65	118 000
Dépenses:			
Cotisations à d'autres associations	3 600	3 807.50	4 000
Subvention ordinaire au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS	74 000	74 000.—	74 000
Contrat avec l'Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux	5 000	5 000.—	5 000
Subvention à la Société pour la diffusion de l'énergie électrique	7 500	8 000.—	8 000
Impôts	2 500	1 266.45	2 000
Subvention à la Fondation suisse «Trieur»	500	500.—	500
Versements uniques divers	—	3 916.—	5 000
Divers et imprévus et réserve pour des buts spéciaux de l'UCS	19 100	22 541.70	19 500
	112 200	119 031.65	118 000

Bilan au 31 décembre 1935.

Actif:	fr.	*Passif:*	fr.
Valeurs	303 506.–	Capital	180 000.–
Débiteurs	3 360.–	Fonds de réserve	85 000.–
Banque, Carnet de dépôt	31 077.70	Réserve pour des buts spéciaux de l'UCS	49 936.38
Banque, Compte-courant	18 157.10	Créditeurs	42 184.70
Compte de chèques postaux	718.10		
Caisse	302.18		
	357 121.08		357 121.08

Section des achats de l'U C S

Compte de l'année 1935 et Budget pour l'année 1937.

	Budget 1935 fr.	*Compte 1935* fr.	*Budget 1937* fr.
Recettes:			
Solde de l'année précédente	400	—	—
Recettes provenant de l'achat en commun de matériel divers	15 300	10 746.95	15 700
Intérêts	3 200	2 764.45	2 800
Excédent des dépenses	–	5 161.86	–
	18 900	18 673.26	18 500
Dépenses:			
Solde de l'année précédente	–	316.66	–
Indemnité au Secrétariat général pour la gestion des affaires	7 500	7 500.–	7 500
Indemnité à la station d'essai des matériaux pour essais effectués	700	402.–	500
Subvention pour buts généraux de l'UCS	10 000	10 000.–	10 000
Impôts	500	295.85	300
Divers et imprévus	200	158.75	200
	18 900	18 673.26	18 500

Bilan au 31 décembre 1935.

Actif:	fr.	*Passif:*	fr.
Valeurs	63 100.–	Fonds de compensation	55 000.–
Banque	3 719.80	Fonds de réserve	15 000.–
Compte de chèques postaux	120.09	1 créditeur (UCS)	3 000.–
Caisse	400.45		
Débiteurs	497.80		
Solde	5 161.86		
	73 000.–		73 000.–

Propositions du Comité de l'UCS à l'assemblée générale du 4 juillet 1936 à St-Gall.

No. 2: Procès-verbal.

Le procès-verbal de la 43e assemblée générale du 7 septembre 1935 à Zermatt (voir Bulletin 1935, No. 26, page 769) est approuvé.

No. 3: Rapports de l'UCS et de la SA.

Le rapport du comité sur l'année 1935 (page 343) [1]), ainsi que celui de la Section des achats (page 346) sont approuvés.

No. 4: Compte de l'UCS.

Le compte de l'Union pour l'année 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (pages 346 et 347) sont approuvés et décharge en est donnée au comité.

[1]) Quand le numéro du Bulletin n'est pas indiqué, il s'agit du présent numéro.

No. 5: Compte de la SA.

a) Le compte de la Section des achats pour l'année 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (page 347) sont acceptés et décharge en est donnée au comité.

b) L'excédent des dépenses de fr. 5161.86 est couvert comme suit: fr. 5000.— sont à prélever des réserves et fr. 161.86 reportés à compte nouveau.

No. 6: Cotisations.

Les cotisations des membres pour l'année 1937 sont les mêmes que pour 1936 et sont fixées comme suit:

Membres avec un capital:

	fr.		fr.	fr.
	de 0	à	50 000.—	30.—
de	50 001.—	à	200 000.—	60.—
»	200 001.—	à	500 000.—	120.—
»	500 001.—	à	1 000 000.—	200.—
»	1 000 001.—	à	2 500 000.—	300.—
»	2 500 001.—	à	6 000 000.—	500.—
»	6 000 001.—	à	12 000 000.—	800.—
	de plus de		12 000 000.—	1300.—

No. 7: Budget de l'UCS.

Le budget de l'UCS pour 1937 (page 346) est approuvé.

No. 8: Budget de la SA.

Le budget de la Section des achats pour 1937 (page 347) est approuvé.

No. 9: Rapport et compte du SG.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et du compte du secrétariat pour l'année 1935 (page 332), approuvés par la commission d'administration.

No. 10: Budget du SG.

L'assemblée générale prend connaissance du budget du secrétariat général pour 1937 (page 337), approuvé par la commission d'administration.

No. 11: CSE.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et du compte du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) pour l'année 1935 et du budget pour 1936 (page 337).

No. 12: Nominations statutaires.

a) Nomination de trois membres du comité; conformément à l'art. 15 des statuts, le mandat expire fin 1936 pour MM.:

R. A. Schmidt, Lausanne;
C. Andreoni, Lugano;
E. Graner, St-Imier.

Messieurs Schmidt et Graner se mettent à disposition de l'assemblée générale pour une réélection éventuelle, tandis que M. Andreoni décline une réélection.

Le comité propose de réélire MM. Schmidt et Graner. Pour remplacer M. Andréoni, le comité fera une proposition à l'assemblée.

b) Nomination du président. Le comité propose de réélire M. R. A. Schmidt comme président.

c) Nomination de deux vérificateurs de comptes et de deux suppléants. Le comité propose de confirmer dans leurs fonctions les deux vérificateurs actuels, MM. P. Corboz, Sion, et G. Lorenz, Thusis, ainsi que les deux suppléants actuels MM. L. Mercanton, Clarens, et A. Meyer, Baden.

No. 13: Choix du lieu de la prochaine assemblée générale ordinaire.

Le comité attend les propositions de l'assemblée.

Rapport et proposition des vérificateurs des comptes à l'assemblée générale de l'UCS du 4 juillet 1936 à St-Gall.

En vertu de notre mandat, nous avons examiné aujourd'hui les comptes de l'UCS, ceux de la Section des achats, et ceux du Secrétariat général commun pour l'exercice 1935.

Nous avons constaté la concordance entre les chiffres des bilans et des comptes de profits et pertes destinés à être publiés, et ceux du grand-livre et des fiches comptables.

L'existence et l'exactitude des certificats de dépôts des valeurs figurant à l'inventaire ont été reconnues.

La Fiduciaire procédait ce jour à l'examen des comptes et nous nous en remettons à ses conclusions pour le détail des comptes Pertes et Profits.

Nos investigations nous ont permis de constater que tout était en ordre, et nous vous proposons d'approuver les comptes et bilans pour 1935 et d'en donner décharge au Comité, avec remerciements au Caissier pour la bonne tenue de la comptabilité.

Zurich, le 29 mai 1936.

Les vérificateurs des comptes:
(sig.) *P. Corboz.*
(sig.) *G. Lorenz.*

Récentes publications de l'ASE.

En vente au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

Compléments au recueil des prescriptions de l'ASE.

Les titulaires du recueil des prescriptions de l'ASE qui ne sont pas encore abonnés aux compléments, et qui n'ont ainsi pas encore reçu les nombreux compléments du début de l'année (voir la liste, Bulletin 1936, No. 2, p. 59), sont priés de s'annoncer. De nouveaux abonnements peuvent être conclus en tout temps. Le recueil des prescriptions, tomes A et B, ne peut rendre pleinement service que s'il est continuellement à jour.

Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures.

La 4e édition *allemande* des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures a paru ce printemps. L'édition française paraîtra vers la fin de l'année. Cette 4e édition contient toutes les nombreuses modifications et adjonctions apportées depuis 1927. Les éditions antérieures sont désuètes; il est donc recommandable de se procurer la nouvelle édition, dont le prix est resté fr. 4.— pour les membres et fr. 6.— pour les autres personnes, malgré l'augmentation de volume.

Calcul des lignes aériennes.

Il a été fait des tirages à part, en français et en allemand de l'article de M. E. Maurer, Innertkirchen, sur «le calcul mécanique des lignes aériennes», qui a paru au Bulletin 1936, Nos. 2 et 3. Ce fascicule coûte fr. 2.— pour les membres et fr. 2.50 pour les autres personnes.

Cette étude a pour but d'orienter d'une façon générale sur le mode de calcul des lignes aériennes. Pour l'usage courant, la première partie contient les formules avec texte explicatif, tandis que les explications théoriques, ainsi que la déduction mathématique des formules sont concentrées dans les annexes. Les praticiens trouveront dans ce travail des directives pour la construction des lignes, adaptées aux exigences actuelles de la technique.

Journée de discussion de l'ASE sur les questions ferroviaires, le 18 avril 1936 à Zurich.

Numéro spécial du Bulletin.

Le Bulletin de l'ASE publiera prochainement le compte-rendu de la journée de discussion de l'ASE du 18 avril dernier sur le thème «Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?» Il ne sera *pas* fait de tirage à part de ce compte-rendu. Par contre il est prévu d'augmenter le tirage de ce numéro. Pour pouvoir fixer le tirage, nous prions les personnes intéressées de nous faire savoir immédiatement le nombre d'exemplaires qu'elles désirent. Le prix de l'exemplaire est de fr. 1.50.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII[e] Année — N° 13 — Vendredi, 26 Juin 1936

Eine neue Methode zur Berechnung von Wechselstromsystemen.

F. J. Rutgers, Kairo.

518 : 621.311.1.025

Der Verfasser, Professor der Elektrotechnik an der Faculté Polytechnique de l'Université Egyptienne, Giza, Kairo, hat eine neue Methode ausgearbeitet, die gestattet, unter Vermeidung der Rechnung mit imaginären Grössen die Stromverteilung in Wechselstromsystemen mit R, L und C in beliebiger Anordnung zu berechnen. Die Methode beruht darauf, dass die Spannungsabfälle, bzw. die elektromotorischen Kräfte, erzeugt durch Wirkstrom und Blindstrom, getrennt betrachtet werden, und dass die sich so ergebenden vier Ohmschen und induktiven (oder kapazitiven) elektromotorischen Kräfte in nur zwei senkrechten Richtungen liegen, und für jede dieser zwei Richtungen einfach algebraisch addiert werden können. Man erhält so für einen Knotenpunkt zwei rein algebraische Stromgleichungen (ohne Phasenwinkel), statt eine Vektorgleichung mit Phasenwinkel. Für eine Masche erhält man zwei rein algebraische Spannungsgleichungen, statt einer Vektorgleichung. Die Auflösung der so erhaltenen einfachen algebraischen Gleichungen ist äusserst leicht, wie an Beispielen gezeigt wird. Die Arbeit ist eine Bestätigung der vom Verfasser früher geäusserten Ansicht, dass die getrennte Betrachtung von Wirk- und Blindgrössen vorteilhaft ist und wesentliche Vereinfachungen bringt.

L'auteur, professeur d'électrotechnique à la Faculté Polytechnique de l'Université Egyptienne, Giza, le Caire, a développé une nouvelle méthode qui permet d'éviter l'emploi de grandeurs imaginaires lorsqu'on calcule la répartition du courant alternatif dans un système comprenant R, L et C disposées d'une façon quelconque. La méthode consiste à considérer séparément les chutes de tension ou les forces électromotrices produites par le courant actif et par le courant réactif, et à additionner algébriquement, pour chacune des deux directions, les quatre composantes ohmiques et inductives (ou capacitives) situées dans deux directions perpendiculaires. On obtient ainsi pour chaque point nodal deux équations de courant purement algébriques (sans angle de phase), au lieu d'une équation vectorielle avec angle de phase. Pour un circuit fermé, on obtient deux équations de tension purement algébrique, au lieu d'une équation vectorielle. La solution de ces équations algébriques est excessivement simple, ce que montrent des exemples. Cette étude confirme l'hypothèse émise antérieurement par l'auteur, que la considération séparée des grandeurs actives et réactives est avantageuse et entraîne d'importantes simplifications.

Unter den Problemen, die den Studierenden und den praktischen Elektroingenieuren einige Schwierigkeiten machen, befinden sich in erster Linie die Kirchhoffschen Gesetze für Wechselstrom. Merkwürdigerweise werden diese in den meisten Lehrbüchern geradezu stiefmütterlich behandelt. Oft begnügt man sich damit, zu sagen, dass ihre Anwendung sinngemäss wie für Gleichstrom zu erfolgen hat. Die Fragen, welche Studenten ihrem Lehrer stellen, zeigen aber, dass diese «sinngemässe» Anwendung nicht immer so einfach ist. Die positive und negative Bezugsrichtung, z. B. für gegenelektromotorische Kräfte, die senkrecht zur Stromrichtung sind, und die Phasenverschiebungswinkel verursachen den Studenten manches Kopfzerbrechen. Die elegante Methode der Rechnung mit komplexen Zahlen wird von Studierenden und oft auch von praktischen Ingenieuren nicht immer genügend beherrscht, um damit Probleme selbständig lösen zu können. Die Methode bleibt meistens beschränkt auf die Beweise von Lehrsätzen oder Formeln aus der Messbrückentechnik. Und die graphische Vektordarstellung allein eignet sich nur zur Lösung einfachster Aufgaben.

Ich habe schon früher [1]) öfters darauf hingewiesen, wie zweckmässig und natürlich die getrennte Betrachtung der Wirkströme und Blindströme sowie der Wirkleistungen und Blindleistungen ist. In der Tat gehen die Wirk- und Blindleistungen in unseren elektrischen Anlagen sozusagen getrennt nebeneinander her, und die Wirkströme und Blindströme können jede für sich einfach algebraisch addiert werden. Eine scheinbare Schwierigkeit ist, dass die Spannungsabfälle, bzw. gegenelektromotorischen Kräfte in einem Stromkreise durch den Gesamtstrom bedingt sind. Diese Schwierigkeit lässt sich aber bei der getrennten Behandlung der Wirk- und Blindströme leicht beheben, indem man auch die Spannungsabfälle getrennt behandelt. Man erhält dann für den ohmschen und induktiven (oder kapazitiven) Spannungsabfall zwei Komponenten je für Wirkstrom und Blindstrom, die aber alle vier nur in zwei senkrechten Richtungen liegen, und zwar in der Richtung des Wirkstromes (oder entgegenge-

[1]) Siehe z. B.: «Einfache graphische Darstellung von Wirk- und Blindleistung in Vektordiagrammen» v. F. Rutgers, Bull. SEV 1928, Nr. 22; Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques, 1929, Rapport Nr. 16.

setzt), d. h. in der Richtung der *Hauptspannung*, und in einer Richtung senkrecht dazu, die hier als Richtung der *Querspannung* bezeichnet werden soll. Man wählt die positive Richtung der Hauptspannung gleich wie die Richtung des Wirkstromes, und die positive Richtung der Querspannung 90 Grade dem Wirkstrom nacheilend. Man basiert dann die Berechnung einer Stromverteilung nicht auf die Gesamtströme mit ihren Phasenverschiebungen, sondern auf die Wirk- und Blindströme. Man erhält dann zwar die doppelte Zahl Ströme und die doppelte Zahl Spannungsabfälle (oder besser «gegenelektromotorische Kräfte») und die doppelte Zahl Gleichungen, dafür aber sind alle Gleichungen rein algebraisch und ersten Grades, alle Phasenwinkel fallen aus der Rechnung weg, so dass man auch keine komplexen Zahlen benötigt. Die Stromverteilungsgleichungen lassen sich getrennt für die algebraisch addierbaren Wirkströme und für die ebenfalls algebraisch addierbaren Blindströme schreiben (Knotenpunktsgleichungen). Und die gegenelektromotorischen Kräfte bilden ebenfalls zwei für sich algebraisch addierbare Gruppen, deren Vektoren senkrecht aufeinander stehen. Die Spannungssummen beim Rundgang um eine Masche des Netzes ergeben für jede Masche zwei getrennte, einfache algebraische Gleichungen. Die Auflösung der doppelten Gesamtzahl von Gleichungen einfachster algebraischer Art ist viel leichter und sicherer als die Auflösung der halben Zahl Vektorgleichungen nach der Methode der Rechnung mit komplexen Zahlen.

für einen Wirk- oder Blindstrom eine positive Zahl, so hat dieser Strom die Richtung des Bezugspfeiles, sonst entgegengesetzt. Dabei wird angenommen, dass der positive Blindstrom dem positiven Wirkstrom um 90° nacheilt.

Für jeden Knotenpunkt erhält man zwei einfache algebraische Gleichungen:

1. Summe aller zum Knotenpunkt hinfliessenden Wirkströme gleich Null.
2. Summe aller zum Knotenpunkt hinfliessenden Blindströme gleich Null.

Für die elektromotorischen Kräfte ist es zweckmässig, nur wirklich bestehende elektromotorische Kräfte zu betrachten, und nicht die sogenannten EMKe zur «Ueberwindung» von ohmschen und induktiven Spannungsabfällen. Man setzt also die ohmsche gegenelektromotorische Kraft IR entgegengesetzt der Stromrichtung und der wirklich durch Selbstinduktion hervorgerufenen elektromotorischen Kraft IX, die dem Strom um 90° nacheilt, wo X entweder ωL oder $-\frac{1}{\omega C}$ ist, je nachdem es sich um Selbstinduktion oder Kapazität handelt.

Als Grundlage für die Zerlegung der Ströme in Wirk- und Blindströme wählt man eine Hauptspannung, z. B. die Netzspannung. Sind weitere, phasenverschobene Spannungen gegeben, so zerlegt man diese in zwei Komponenten in Richtung und senkrecht zur Hauptspannung.

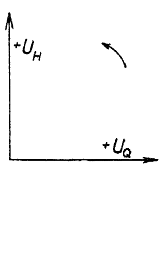


Fig. 1.
Zerlegung aller Spannungen in zwei senkrechte Richtungen, «*Hauptspannungen*» U_H und «*Querspannungen*» U_Q

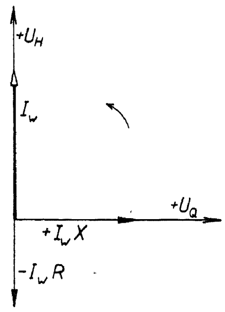


Fig. 2.
Ein Wirkstrom I_w erzeugt in einer Impedanz Z (bestehend aus R und X in Serie) eine negative Hauptspannung $-I_w R$ und eine positive Querspannung $+I_w X$.

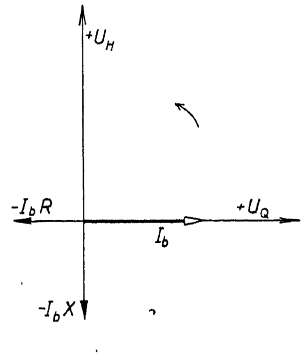


Fig. 3.
Ein Blindstrom I_b erzeugt in einer Impedanz Z eine negative Hauptspannung $-I_b R$ und eine positive Querspannung $I_b X$.

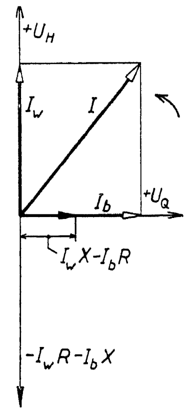


Fig. 4.
Ein beliebiger Strom, welcher eine Impedanz Z (R und X in Serie) durchfliesst, erzeugt eine
Hauptspannung $= -I_w R - I_b X$ und eine
Querspannung $= +I_w X - I_b R$

Ist es schon für die Anwendung der Kirchhoffschen Gesetze für Gleichstrom unbedingt erforderlich, *vor* Beginn der Rechnung für jeden Teil des Stromkreises einen positiven Bezugssinn festzulegen, so ist dies ebenso nötig für die Berechnung eines Wechselstromsystems. Man gibt also jedem Element der Strombahn einen Bezugspfeil, der willkürlich gewählt werden kann. Ergibt dann die Rechnung

Fig. 1 zeigt die Zerlegung der Spannungen in die zwei senkrechten Richtungen: Hauptspannungen U_H und Querspannungen U_Q.

Wie Fig. 2 zeigt, bewirkt ein Wirkstrom I_w in einem ohmschen Widerstande R eine EMK gleich $-I_w R$ in der Richtung der Hauptspannung und negativ. Der Wirkstrom bewirkt in einer Induktivität ($X = \omega L$) eine EMK $I_w X$, die dem Wirkstrome um

90° nacheilt, also eine positive Querspannung darstellt.

Fig. 3 zeigt, dass ein Blindstrom I_b in einem ohmschen Widerstande eine EMK $-I_bR$ erzeugt, die eine negative Querspannung ist, während der Blindstrom in der Induktivität eine EMK $-I_bX$ erzeugt, welche dem Blindstrom nacheilt, d. h. eine negative Hauptspannung ist.

Fig. 4 zeigt dann die Zusammensetzung dieser Spannungen, woraus hervorgeht, dass ein beliebiger Strom mit den Komponenten I_w und I_b, welcher eine Impedanz Z (gebildet aus R und X) durchfliesst, die folgenden Spannungen erzeugt:

a) eine Hauptspannung $-I_wR - I_bX$ und
b) eine Querspannung $\underline{+I_wX - I_bR|}$

(Querspannungen können kenntlich gemacht werden durch eine eckige Linie. X ist positiv oder negativ, je nachdem es sich um eine Induktivität oder eine Kapazität handelt.)

Resultat:

Eine von einem Strom durchflossene Impedanz erzeugt:

eine Hauptspannung $-I_wR - I_bX$ und
eine Querspannung $-I_bR + I_wX$

In einem Stromkreis muss die Summe aller Hauptspannungen für sich gleich Null sein; ferner muss auch die Summe aller Querspannungen für sich gleich Null sein.

Berechnung eines Stromsystemes.

Zur Berechnung eines Stromkreises oder eines vermaschten Stromsystemes oder Netzes verfährt man folgendermassen (siehe auch die folgenden Beispiele):

a) Man zeichnet das Schaltungsschema und numeriert alle Elemente der Strombahn.

b) Man trägt an jedem Element einen Bezugspfeil ein, der beliebig gewählt werden kann.

c) Man trägt im Schema alle vorhandenen sowie alle durch die Ströme hervorgerufenen elektromotorischen Kräfte ein, getrennt in Hauptspannungen und Querspannungen (evtl. in zwei getrennten Zeichnungen).

d) Man wendet auf die Knotenpunkte und auf die geschlossenen Netzmaschen die folgenden Gesetze an:

Gesetz Nr. 1. Die algebraische Summe aller zu einem Knotenpunkte hinfliessenden Wirkströme ist Null.

Gesetz Nr. 2. Die algebraische Summe aller zu einem Knotenpunkt hinfliessenden Blindströme ist Null.

Gesetz Nr. 3. Geht man in einem und demselben Umlaufsinn rings um eine geschlossene Masche, so ist die algebraische Summe aller Hauptspannungen gleich Null.

Gesetz Nr. 4. Geht man rings um eine Masche, wie bei 3, so ist die algebraische Summe aller Querspannungen gleich Null.

Gesetz Nr. 5. Begegnet man einem Bezugspfeil eines Elementes, welcher dem Umlaufsinn entgegengerichtet ist, so ist das Vorzeichen aller Spannungen dieses Elementes umgekehrt in der Gleichung einzusetzen.

Gesetz Nr. 6. Hat man für irgendein Element I_w und I_b berechnet, so ist der Gesamtstrom in diesem Element stets $I = \sqrt{I_w^2 + I_b^2}$, ganz gleichgültig, in welchen zwei senkrechten Richtungen die Komponenten I_w und I_b gewählt waren.

Anmerkung: Für das Aufschreiben der Gleichungen benützt man besser an Stelle von I_w und I_b die kürzeren Symbole w und b, auch deshalb, weil sich diese Komponenten auf die Richtungen der gewählten Hauptspannung und Querspannung beziehen, welche nicht immer mit der «lokalen» Klemmenspannung der Elemente übereinstimmt (siehe diesbezügliche spätere Erklärung).

Besser als durch eine langatmige Erläuterung lässt sich dies an einigen ganz einfachen Beispielen zeigen, so einfach gewählt, dass man das Resultat auch sonst leicht überprüfen kann.

Beispiel I.

Ein Einphasengenerator mit der konstanten Klemmenspannung U speise eine Impedanz Z, mit dem ohmschen Widerstand R und dem induktiven Widerstand X in Serie, nach Schema Fig. 5, wo auch die Bezugspfeile eingetragen sind. Es sollen die Ströme berechnet werden.

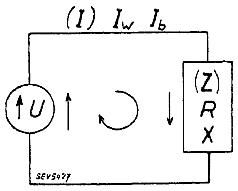


Fig. 5.

Schema zum Beispiel I.

(Für eine Induktivität ist $X = \omega L$ als positiver Wert, für eine Kapazität ist $X = \frac{1}{\omega C}$ als negativer Wert einzusetzen.)

Lösung.

Da es keinen Knotenpunkt gibt, braucht man nur die Spannungsgleichungen anzuschreiben.

Gesetz Nr. 3: Summe aller Hauptspannungen gleich Null, gibt:

$$U - I_wR - I_bX = 0$$

Gesetz Nr. 4: Summe aller Querspannungen gleich Null, gibt:

$$-I_bR + I_wX = 0$$

Man erhält somit zwei gewöhnliche algebraische Gleichungen mit zwei Unbekannten. Man benötigt keine komplexe Zahlen, Phasenwinkel oder trigonometrische Funktionen. Die Auflösung der beiden Gleichungen ist leicht, man erhält (passend umgeformt):

$$I_w = \frac{U}{\frac{R^2 + X^2}{R}} \quad \text{und} \quad I_b = \frac{U}{\frac{R^2 + X^2}{X}}$$

wo R und X die gegebenen Konstanten des Stromkreises sind.

Den Ausdruck $\frac{R^2 + X^2}{R} = \frac{Z^2}{R}$

kann man als «*Wirkimpedanz*» Z_w bezeichnen; der Ausdruck

$$\frac{R^2 + X^2}{X} = \frac{Z^2}{X}$$

wäre dann die «*Blindimpedanz*» Z_b.

Falls man den Gesamtstrom I sucht, so findet man ihn aus

$$I = \sqrt{I_w^2 + I_b^2}$$

Diese Beziehung bleibt immer bestehen, wenn man zwei aufeinander senkrechte Komponenten von I hat, auch wenn das Bezugssystem irgendeine Lage hat, wie Fig. 6 zeigt.

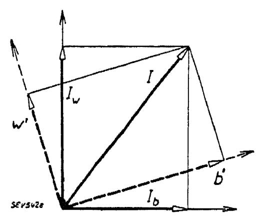


Fig. 6.

I ist sowohl gleich $\sqrt{I_w^2 + I_b^2}$ als auch gleich $\sqrt{w'^2 + b'^2}$

Beispiel II.

Es soll der gleiche Fall betrachtet, aber der Bezugspfeil in Element Z umgekehrt werden, wie Fig. 7 zeigt.

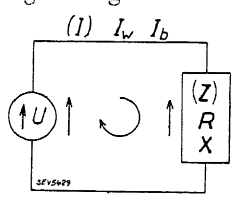


Fig. 7.

Schema zum Beispiel II.

(Bezugspfeil für Z umgekehrt als bei Fig. 5.)

Auflösung.

Man erhält dann, unter Anwendung der Gesetze 3, 4 und 5:

1. aus Summe der Hauptspannungen gleich Null

$$U - [-I_w R - I_b X] = 0$$

2. Aus Summe der Querspannungen gleich Null

$$-[-I_b R + I_w X] = 0$$

Die Auflösung der beiden Gleichungen gibt

$$I_w = -\frac{U}{\frac{R^2 + X^2}{R}} \text{ und } I_b = -\frac{U}{\frac{R^2 + X^2}{X}}$$

Das Resultat ist das gleiche wie im ersten Beispiel, nur erhält man negative Werte für I_w und I_b, d. h. die Ströme sind entgegengesetzt dem Bezugspfeil in Z.

Beispiel III.

Ein Generator speise zwei parallele Impedanzen Z_1 und Z_2, wie das Schema Fig. 8 zeigt, in welche die Bezugspfeile und der gewählte Umlaufssinn der Maschen eingetragen sind. Die Zeichnung gibt auch die angenommenen Werte für R_1 und X_1 und R_2 und X_2.

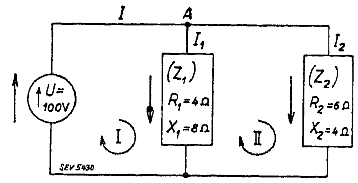


Fig. 8.

Schema zum Beispiel III.

Lösung.

1. Für den Knotenpunkt A erhält man:
   a) Summe der zufliessenden Wirkströme gleich Null:
   $$I_w - I_{w1} - I_{w2} = 0$$
   b) Summe der zufliessenden Blindströme gleich Null:
   $$I_b - I_{b1} - I_{b2} = 0$$
2. Spannungsgleichungen für Masche I:
   a) Summe der Hauptspannungen gleich Null:
   $$U - I_{w1}R_1 - I_{b1}X_1 = 0$$
   b) Summe der Querspannungen gleich Null:
   $$-I_{b1}R_1 + I_{w1}X_1 = 0$$
3. Spannungsgleichungen für Masche II:
   a) Summe Hauptspannungen gleich Null:
   $$-[-I_{w1}R_1 - I_{b1}X_1] + [-I_{w2}R_2 - I_{b2}X_2] = 0$$
   oder, besser geschrieben:
   $$I_{w1}R_1 + I_{b1}X_1 - I_{w2}R_2 - I_{b2}X_2 = 0$$
   b) Summe aller Querspannungen gleich Null:
   $$I_{b1}R_1 - I_{w1}X_1 - I_{b2}R_2 + I_{w2}X_2 = 0$$

Setzt man die gegebenen Werte für $UR_1X_1R_2X_2$ ein, so erhält man die folgenden sechs sehr einfachen Gleichungen, wobei man, wie schon früher bemerkt, deutlicher und kürzer statt I_{w1} I_{b1} usw. nur w_1 b_1 usw. schreibt.

Die sechs Gleichungen sind:

1. $w - w_1 - w_2 = 0$;
2. $b - b_1 - b_2 = 0$;
3. $100 - 4\,w_1 - 8\,b_1 = 0$;
4. $8\,w_1 - 4\,b_1 = 0$;
5. $4\,w_1 + 8\,b_1 - 6\,w_2 - 4\,b_2 = 0$;
6. $4\,b_1 - 8\,w_1 - 6\,b_2 + 4\,w_2 = 0$.

Hieraus erhält man

$w = 16{,}6$ A; $w_1 = 5$ A; $w_2 = 11{,}6$ A; $b = 17{,}7$ A; $b_1 = 10$ A; $b_2 = 7{,}7$ A

und hieraus, falls der Gesamtstrom gewünscht wird:

$$I = \sqrt{w^2 + b^2} = 24{,}3 \text{ A}$$

$$I_1 = \sqrt{w_1^2 + b_1^2} = 11{,}2 \text{ A}$$

$$I_2 = \sqrt{w_2^2 + b_2^2} = 13{,}9 \text{ A}$$

Für diesen einfachen Fall lassen sich die Ströme natürlich einfacher nach bekannter Formel berechnen. Es ist z. B.

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + X_1^2}} = \frac{100}{\sqrt{4^2 + 8^2}} = 11{,}15 \text{ A}$$

$$\text{und } I_2 = \frac{100}{\sqrt{6^2 + 4^2}} = 13{,}9 \text{ A}$$

Diese Kontrollrechnung zeigt, dass die Werte stimmen.

Eine Kontrolle der Rechnungsergebnisse ist aber auch in komplizierteren Fällen leicht zu machen durch Anwendung der beiden folgenden Sätze:

a) Summe aller Wirkleistungen gleich Null;

b) Summe aller Blindleistungen gleich Null (wobei Abgaben und Aufnahmen entgegengesetztes Vorzeichen haben).

In diesem Beispiel ist die vom Generator abgegebene Wirkleistung gleich $U \cdot w = 100 \cdot 16{,}6 = 1660$ Watt, und die von den beiden Impedanzen aufgenommenen Wirkleistungen sind zusammen

$$I_1{}^2R_1 + I_2{}^2R_2 = 11{,}2^2 \cdot 4 + 13{,}9^2 \cdot 6 = 1164 \text{ Watt.}$$

(Eine kleine Differenz pflegt vom Rechnen mit dem Rechenschieber herzurühren. Es ist gerade ein Vorteil der geschilderten neuen Methode, dass die Gleichungen so einfacher Art sind, dass alle Rechnungen mit Rechenschieber gemacht werden können.)

In unserem Falle ist weiter die abgegebene Blindleistung gleich $U \cdot b = 100 \cdot 17{,}7 = 1770$ Var und die aufgenommene Blindleistung der beiden Impedanzen zusammen $I_1{}^2X_1 + I_2{}^2X_2 = 1000 + 775 = 1775$ Var, was also unser Rechnungsergebnis bestätigt.

Beispiel IV.

Zum Schlusse sei noch ein letztes Beispiel mit mehreren Impedanzen gegeben, wobei sich Gelegenheit geben wird, auch die Vektordiagramme, die sich aus der neuen Berechnung ergeben, zu betrachten.

Fig. 9 zeigt das komplette Schaltungsschema mit allen Bezugspfeilen und den gegebenen Daten.

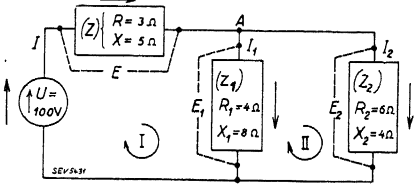


Fig. 9. Schema zum Beispiel IV.

Lösung.

1. Knotenpunkt A

a) $\Sigma w = 0$ gibt $w - w_1 - w_2 = 0$;

b) $\Sigma b = 0$ gibt $b - b_1 - b_2 = 0$.

2. Masche I:

a) Σ Hauptspannungen $= 0$ gibt:

$$U - wR - bX - w_1R_1 - b_1X_1 = 0;$$

b) Σ Querspannungen $= 0$ gibt:

$$-bR + wX - b_1R_1 + w_1X_1 = 0$$

3. Masche II:

a) Σ Hauptspannungen $= 0$ gibt:

$$-[-w_1R_1 - b_1X_1] + [-w_2R_2 - b_2X_2] = 0$$

oder anders geschrieben:

$$w_1R_1 + b_1X_1 - w_2R_2 - b_2X_2 = 0$$

b) Σ Querspannungen $= 0$ gibt:

$$b_1R_1 - w_1X_1 - b_2R_2 + w_2X_2 = 0$$

Setzt man die gegebenen Werte ein und ordnet man die Gleichungen, so erhält man die folgenden sechs sehr einfachen Gleichungen:

1. $w - w_1 - w_2 = 0$;
2. $b - b_1 - b_2 = 0$;
3. $3\,w + 4\,w_1 + 5\,b + 8\,b_1 = 100$;
4. $5\,w + 8\,w_1 - 3\,b - 4\,b_1 = 0$;
5. $4\,w_1 - 6\,w_2 + 8\,b_1 - 4\,b_2 = 0$;
6. $8\,w_1 - 4\,w_2 - 4\,b_1 + 6\,b_2 = 0$.

Die sehr leicht zu findenden Auflösungen sind:

$w = 5{,}93$ A; $w_1 = 1{,}55$ A; $w_2 = 4{,}38$ A; $b = 8{,}17$ A; $b_1 = 4{,}39$ A; $b_2 = 3{,}77$ A.

Hieraus erhält man, wenn gewünscht:

$$I = \sqrt{w^2 + b^2} = 10{,}09 \text{ A}$$
$$I_1 = \sqrt{w_1^2 + b_1^2} = 4{,}65 \text{ A}$$
$$I_2 = \sqrt{w_2^2 + b_2^2} = 5{,}78 \text{ A}$$

Es sei hier nochmals bemerkt, dass der Gesamtstrom I stets gleich $\sqrt{w^2 + b^2}$ ist, ganz gleichgültig, in welcher Richtung die Haupt- und Querspannung gewählt wurde; die beiden Spannungsrichtungen müssen nur senkrecht aufeinander sein (siehe nochmals Fig. 6).

Die Richtigkeit der zahlenmässigen Auflösung der sechs Gleichungen wird rasch durch Einsetzen der erhaltenen Werte nachgeprüft.

Um zu kontrollieren, ob die gefundenen Ströme der Wirklichkeit entsprechen, d. h. ob die Gleichungen richtig sind, benützt man wieder am zweckmässigsten die Beziehungen:

1. Summe aller abgegebenen Wirkleistungen gleich Summe aller aufgenommenen Wirkleistungen (I^2R).
2. Summe aller abgegebenen Blindleistungen gleich Summe aller aufgenommenen Blindleistungen (I^2X).

Ein Vorteil ist es, dass man dazu die einzelnen lokalen Klemmenspannungen an den verschiedenen Impedanzen gar nicht zu kennen braucht!

Kontrolle:

1. Abgegebene Wirkleistung $U \cdot w = 593$ W.
   Aufgenommene Wirkleistungen:
   Element Z $I^2 R = 305{,}7$ W
   Element Z_1 $I_1^2 R_1 = 86{,}8$ W
   Element Z_2 $I_2^2 R_2 = 200{,}4$ W
   total 592,9 W

2. Abgegebene Blindleistung $U \cdot b = 817$ Var.
   Aufgenommene Blindleistungen:
   Element Z $I^2 X = 509{,}5$ Var
   Element Z_1 $I_1^2 X_1 = 173{,}6$ Var
   Element Z_2 $I_2^2 X_2 = 133{,}6$ Var
   total 816,7 Var

Hier möge eine Bemerkung über das *Vektordiagramm* eingeschaltet werden.

Die neue Berechnung gibt alle Ströme aufgelöst nach zwei senkrechten Richtungen. Die eine Komponente (w; w_1; w_2; usw.) liegt in der Richtung der angenommenen Hauptspannung, die andere (b; b_1; b_2; usw.) in die dazu senkrechte Richtung der Querspannung (der Hauptspannung nacheilend).

nicht immer erforderlich ist, wenn man sich angewöhnt hat, mehr mit den Wirk- und Blindleistungen zu rechnen, für die man die Kenntnis der lokalen Spannungen nicht benötigt.

In Fig. 11a ist die lokale Spannung am Element Z_1 dargestellt als $E_1 = \sqrt{(I_1 R_1)^2 + (I_1 X_1)^2}$. Es ist empfehlenswert, die Spannungsvektoren nicht nach der älteren Methode als Spannungen zur Ueberwindung von R und X aufzutragen, sondern nach der neueren Methode, die nur wirklich vorhandene EMKe darstellt, wobei $I_1 R_1$ entgegengesetzt dem Strome I_1 ist, und $I_1 X_1$ dem Strome um 90° nacheilt. Beispielsweise ergibt sich dann für das Diagramm kein Unterschied, ob eine Maschine als Motor oder als Generator arbeitet. Bei dieser neueren Methode bilden dann auch alle elektromotorischen Kräfte rings um eine geschlossene Masche ein geschlossenes Vektorpolygon.

In Fig. 11a wurden somit die Spannungsvektoren für den Strom I_1 in dieser Weise dargestellt.

Fig. 11b zeigt dann sämtliche Ströme und Spannungen. Da Z_1 und Z_2 an der gleichen Spannung liegen, ergibt sich E_1 gleich E_2.

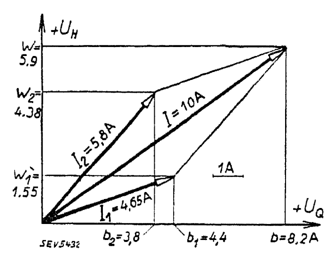


Fig. 10.
Gesamtströme, erhalten aus w- und b-Werten, wobei es gleichgültig ist, nach welchen zwei senkrechten Richtungen die Komponenten w und b gewählt wurden.

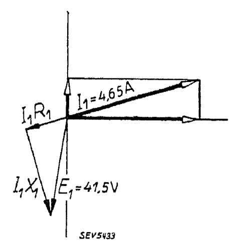


Fig. 11a.
Vektordiagramm der lokalen Spannung E_1 am Element Z_1. Man erhält analog E_2 und E.

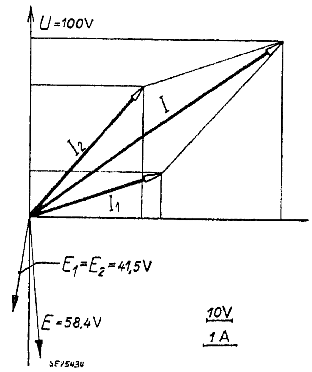


Fig. 11b.
Vektordiagramm aller Ströme und Spannungen. (Hilfslinien für die Spannungen weggelassen, siehe Fig. 11a.)

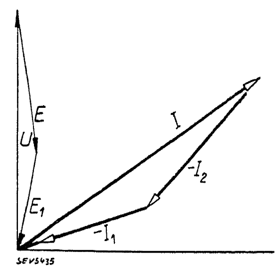


Fig. 11c.
Die Vektoren U, E und E_1 sowie die Vektoren I, $-I_2$ und $-I_1$ bilden je ein geschlossenes Polygon.

Um das Vektordiagramm aller Ströme nach Grösse und Richtung zu erhalten, zeichnet man zuerst das Bezugskreuz und findet zu jedem w und b den Gesamtstrom und seine Phasenverschiebung mit Bezug auf die Hauptspannung. Dieser Winkel kann natürlich auch rechnerisch erhalten werden, da deren Tangente gleich $\frac{b}{w}$ ist.

Fig. 10 zeigt die Vektoren der drei Ströme I, I_1 und I_2, die so erhalten wurden. Natürlich muss in unserem Fall die Vektorsumme $I_1 + I_2$ gleich I sein, oder besser ausgedrückt I und $-I_1$ und $-I_2$ müssen ein geschlossenes Vektorpolygon bilden.

Wünscht man auch die Vektoren der lokalen Spannungen an den Klemmen jeder Impedanz zu erhalten, so ist das ebenfalls leicht möglich, obgleich die Kenntnis dieser lokalen Spannungen

Fig. 11c zeigt das geschlossene Polygon der Ströme I, $-I_2$ und $-I_1$ und die Spannungen U, E und E_1 rings um die Masche I. Die Spannungen rings um die Masche I bilden, wie Fig. 11c zeigt, ein geschlossenes Vektorpolygon, entsprechend den ursprünglichen Kirchhoffschen Gesetzen für Wechselstromkreise.

Ich möchte den Leser nicht mit weiteren Beispielen ermüden. Die Einfachheit der Rechnungen mit nur algebraischen Gleichungen einfachster Form im Vergleich zur Rechnung mit imaginären Grössen und trigonometrischen oder Exponentialfunktionen springt ins Auge.

Die Methode lässt sich auch auf andere Probleme, Wechselstrombrückenmessungen usw., ausdehnen, auch auf Drehstromsysteme gänzlich ungleicher Be-

lastung der Phasen, indem man eine Phasenspannung als Hauptspannungsrichtung annimmt und die beiden anderen Phasenspannungen in der Richtung dieser Hauptspannung und senkrecht dazu zerlegt. Man erhält dann zur Berechnung eines beliebigen Drehstromsystems nur einfache algebraische Gleichungen ersten Grades, deren Auflösung für zahlenmässige Rechnungen sehr leicht ist. Auch hier sind für die Berechnung der Stromverteilung keinerlei komplexe Zahlen oder trigonometrische Funktionen erforderlich. Auch für die Berechnung des Einflusses höherer Harmonischer ist die getrennte Betrachtung der Wirk- und Blindkomponenten zweckmässig.

Ich glaube, dass diese Darstellungen meine schon früher mehrmals geäusserte Ansicht bestätigen, dass die Benützung von Wirk- und Blindströmen, Wirkleistungen und Blindleistungen, die in unseren elektrischen Anlagen sozusagen getrennt nebeneinander hergehen, gegenüber der noch meistens üblichen Rechnungsweise mit Gesamtströmen und Phasenverschiebungen manche Vorteile bietet.

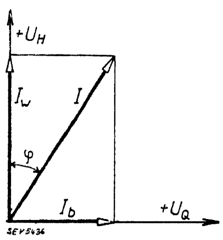


Fig. 12.
Die Wirkleistung ist sowohl gleich $I^2 R$ als auch gleich $I_w^2 \cdot \frac{R^2 + X^2}{R} = I_w^2 \cdot Z_w$ und die Blindleistung ist sowohl gleich $I^2 X$ als auch gleich $I_b^2 \cdot \frac{R^2 + X^2}{X} = I_b^2 \cdot Z_b$, wo Z_w die Wirkimpedanz und Z_b die Blindimpedanz bedeuten.

Ich hoffe, später zeigen zu können, dass auch andere Probleme als die hier näher behandelte Berechnung der Stromverteilung eines Wechselstromsystems sich vereinfachen lassen durch Benützung der Wirk- und Blindgrössen.

Man wäre vielleicht geneigt, einzuwenden, dass dem entgegensteht, dass die Stromwärmeverluste I^2R vom Gesamtstrom abhängig sind. Der Gesamtstrom I lässt sich stets sofort aus $\sqrt{w^2 + b^2}$ finden, auch dann, wenn die senkrechten Stromkomponenten sich nicht auf die Lokalspannung am betreffenden Element der Strombahn beziehen.

Sind w und b die Wirk- und Blindstromkomponenten, bezogen auf die Klemmenspannung des betreffenden Elementes (Lokalspannung), so lässt sich übrigens die Stromwärme I^2R, d. h. die Wirkleistung auch aus dem Wirkstrom allein finden. Es ist nämlich, wie Fig. 12 zeigt:

$$I^2 \cdot R = \left(\frac{w}{\cos\varphi}\right)^2 \cdot R = \frac{w^2 Z^2}{R} = w^2 \cdot \frac{R^2 + X^2}{R}$$

wobei wieder (wie bei Beispiel I)

$$\frac{R^2 + X^2}{R} = Z_w$$

als Wirkimpedanz bezeichnet wird. Die Stromwärme I^2R ist dann gleich $(I_w)^2 \cdot Z_w$, und man erhält den

Satz: Die Wirkleistung in einem Strombahnelement ist gleich dem Quadrat des Wirkstromes (bezogen auf die Richtung seiner lokalen Klemmenspannung), multipliziert mit der Wirkimpedanz

$$Z_w = \frac{R^2 + X^2}{R}$$

In gleicher Weise erhält man den weiteren

Satz: Die Blindleistung in einem Element der Strombahn ist gleich dem Quadrat des Blindstromes multipliziert mit der Blindimpedanz

$$Z_b = \frac{R^2 + X^2}{X}$$

Da die Wirkleistungen die Arbeit und die Arbeitsverluste unserer Maschinen und Anlagen darstellen, während die Blindleistungen mit den magnetischen Feldern und deren Streuungen zusammenhängen, kann man auch andere Probleme als die hier behandelten lösen durch getrennte Rechnungen über Wirkleistungen und ihre Wirkungsgrade sowie über die dann getrennten Blindleistungen und deren Wirkungsgrade. Wenn man im Auge behält, dass vom allgemeinen Standpunkte der Physik aus die Arbeit eine viel einfachere Einheit darstellt als der elektrische Strom und die Spannung, ist zu erwarten, dass Rechnungen mit Wirk- und Blindleistungen und deren Wirkungsgraden manche Vereinfachung bringen können gegenüber den Berechnungen mit Strömen, Spannungen und deren Phasenverschiebungen.

Vielleicht werden wir später Gelegenheit haben, dies an weiteren Beispielen zu sehen.

Festigkeitsversuche an imprägnierten hölzernen Leitungsmasten.

Mitgeteilt von den *Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G.*, Baden, und den *Elektrizitätswerken des Kantons Zürich*, Zürich.
621.315.668.1.0014

Es wird über Festigkeitsversuche an alten hölzernen Leitungsstangen berichtet. Diese Versuche zeigen, dass auch 30-jährige Holzstangen, wenn sie durch Fäulnispilze nicht angegriffen sind, im allgemeinen immer noch eine genügende Festigkeit aufweisen, so dass die Bestrebungen zur Verlängerung der Lebensdauer durchaus gerechtfertigt sind.

L'auteur relate des essais de résistance effectués sur de vieux poteaux de lignes électriques en bois. Ces essais démontrent que même des poteaux âgés de 30 ans présentent encore une résistance mécanique suffisante, s'ils ne sont pas atteints par les champignons. Les efforts en vue de prolonger la durée des poteaux sont donc parfaitement justifiés.

Beim Auftreten von orkanartigen Sturmwinden, wie die, welche in einigen Gegenden der Ostschweiz am 20. Juli 1935 zu verzeichnen waren, kamen schon da und dort Brüche von Holzstangen an Regelleitungen vor. Wenn es sich hierbei um Stangen handelte, die offenbar durch vorgeschrittene Fäulnis

ihre ursprüngliche Festigkeit in erheblichem Umfange eingebüsst hatten, waren solche Brüche ohne weiteres zu verstehen. Indessen hat es sich gezeigt, dass auch anscheinend noch gesunde Stangen älterer Jahrgänge, z. B. solche aus dem Jahre 1908, den Beanspruchungen bei starken Sturmwinden nicht mehr gewachsen sind.

Diese Erscheinung liess nun die Vermutung aufkommen, dass Leitungsstangen solchen Alters dermassen mit Alterserscheinungen behaftet sind, dass Stangen höheren Alters gegenüber neuen eine bedeutend verminderte Festigkeit aufweisen. Entspräche diese Vermutung durchweg der Tatsache, so müssten wohl alle ältern, wenn auch noch guten Stangen ausgewechselt werden, und es wäre auch unzweckmässig, die Lebensdauer durch besondere Behandlungsweise (Imprägnierung und Nachimprägnierung) zu verlängern.

Um diese Frage abzuklären, liessen die NOK in Verbindung mit den EKZ durch die eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich (EMPA) an Leitungsmasten eingehende Biegeversuche vornehmen. Sie fanden am 31. Januar 1936 in der EMPA im Beisein von Vertretern beider Werke statt; nachstehend seien sie kurz beschrieben:

Es wurden im ganzen 17 hölzerne Stangen, nämlich

4 Rottannen, aufgestellt 1905, mit Kupfervitriol imprägniert,
3 Rottannen und 1 Föhre, aufgestellt 1908, mit Kupfervitriol imprägniert,
3 Rottannen, aufgestellt 1908, mit Quecksilbersublimat imprägniert,
4 Rottannen, aufgestellt 1922, mit Kupfervitriol imprägniert,
2 Rottannen, neu 1935, mit Kupfervitriol imprägniert,

einer Biegeprobe bis zum Bruch unterworfen, und zwar bei einer Stützweite von 4,0 m und einer Einzellast in der Mitte (Fig. 1). Die Masten waren vollständig durchnässt. Der Bruch erfolgte in den meisten Fällen durch schliessliches Reissen der Zugzone, nachdem vorher die Druckzone gestaucht worden war.

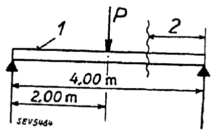


Fig. 1.
Versuchsanordnung.
1 Leitungsmast.
2 Bodenzone.

Zu den in der beigefügten Tabelle enthaltenen Resultaten ist zu bemerken:

Die EMPA rechnet auf Grund von langjährigen Versuchen und in Uebereinstimmung mit den Normen des SIA mit folgenden Mittelwerten:

Biegespannung für lufttrockenes Holz = 0,450 t/cm²
» » nasses » = 0,300 »

Biegeproben an hölzernen Leitungsstangen.

Stangen-Nr. Jahr der Aufstellung	Durchmesser cm	Widerstandsmoment W cm³	Traglast P t	Spannung in Mitte t/cm²	Spannung im Bruchquerschnitt t/cm²	Elastizitätsmodul E kg/cm²	Durchbiegung kurz vor Bruch mm	Bemerkungen
240/05	22	1045	3,5	0,335	0,335	90 000	85	Bruch 50 cm über Bodenfläche, in Maschinenmitte.
243/05	20	785	3,3	0,420	0,420	121 000	50	Bruch 70 cm über Bodenfläche.
244/05	21/22	980	5,75	0,588	0,470	148 000	95	Bruch 30 cm über Bodenfläche, 40 cm von Maschinenmitte.
249/05	25/27	1726	8,8	0,508	0,470	132 000	72	Bruch 35 cm über Bodenfläche, 15 cm von Maschinenmitte.
635/08	24	1357	5,35	0,395	0,307	135 000	45	Bruch 5 cm über Bodenfläche, 45 cm von Maschinenmitte.
659/08 (Föhre)	19/25	1100	3,7	0,336	0,336	82 000	115	Bruch 20 cm über Bodenfläche, in Maschinenmitte.
719/08	25/26	1630	6,4	0,392	0,315	117 000	78	Bruch in der Bodenfläche, 40 cm von Maschinenmitte.
1020/08	26	1726	6,15	0,355	0,312	120 000	55	Bruch 75 cm über Bodenfläche, 25 cm von Maschinenmitte.
1031/08	24	1357	4,85	0,360	0,262	126 000	46	Bruch in der Bodenfläche, 55 cm von Maschinenmitte.
1032/08	29/29,5	2500	9,0	0,360	0,360	100 000	42	Bruch 50 cm über Bodenfläche, in Maschinenmitte.
247/22	25	1534	6,32	0,410	0,307	125 000	42	Bruch in der Bodenfläche durch Aufspalten der Druckzone.
249/22	19/20	720	4,7	0,652	0,555	148 000	82	Bruch 30 cm über Bodenfläche durch Aufspalten der Druckzone.
251/22	21	909	4,1	0,450	0,360	126 000	65	Bruch 30 cm über Bodenfläche, 40 cm von Maschinenmitte.
252/22	23/24	1270	5,9	0,465	0,372	148 000	64	Bruch 15 cm über Bodenfläche durch Aufspalten über den ganzen Querschnitt.
Neu 35	22	1045	6,58	0,625	0,625	122 000	110	Bruch in Maschinenmitte, ausserordentlich feinringiges Holz.
Neu 35	23	1194	5,5	0,460	0,460	118 000	90	Bruch in Maschinenmitte.

Alle Stangen, durchnässt, haben mit einer einzigen Ausnahme diese Spannung erreicht, bzw. überschritten; eine neue, sehr feinjährige (enge Jahrringe) zeigte einen Extremalwert von $\sigma_b = 0{,}625$ t/cm^2.

Was die Elastizitätsmoduli anbelangt, so weisen auch diese (ausgenommen die Föhre) durchaus normale Werte auf. Die EMPA rechnet mit einem mittlern $E_b = 120\,000$ kg/cm^2, wobei eine Streuung von ± 25 % in Kauf genommen werden muss.

Aus den Versuchsergebnissen lässt sich feststellen, dass auch dreissigjährige Stangen, sofern sie von Fäulnispilzen nicht angegriffen sind, im allgemeinen immer noch eine genügende Festigkeit aufweisen und die Bestrebungen nach langer Lebensdauer der Stangen in dieser Hinsicht durchaus am Platze sind. Das Versagen vereinzelter, bei der Kontrolle noch als gut befundener Stangen muss wohl darauf zurückgeführt werden, dass unter den vielen alten Stangen ein kleiner Teil vorhanden ist, der eben entgegen dem Befund der Kontrolle doch nicht mehr vollständig gesund ist und daher eine stark verminderte Festigkeit aufweist.

Mehrleiter-Bleikabel mit vorgeformten Sektorleitern.

Von *Rud. Reger*, Brugg.

621.315.212.4

Der Autor begründet die Vorteile, welche Mehrleiter-Bleikabel mit sektorförmigem Leiterquerschnitt gegenüber solchen mit rundem Leiterquerschnitt auszeichnen und skizziert das neue Verfahren der Kabelwerke Brugg zur Herstellung solcher Kabel. Ferner wird kurz auf die elektrischen Eigenschaften dieser neuen Kabel hingewiesen.

L'auteur expose les avantages des câbles à plusieurs conducteurs, de section en forme de secteur, sur les câbles à conducteurs de section circulaire et décrit succinctement le procédé nouveau qu'appliquent les Câbleries de Brougg pour les fabriquer. Il mentionne en outre brièvement les propriétés électriques de ces nouveaux câbles.

Die Technik strebt heute danach, bei mindestens gleicher Qualität eine fühlbare Verbilligung der Produkte zu erzielen. Auch die Kabeltechnik geht diesen Weg. Ein interessanter Erfolg ergab sich besonders bei der Fabrikation der Mehrleiter-Hochspannungskabel für Betriebsspannungen bis 60 kV. Bis zur Erfindung des Fabrikationsverfahrens für Kabel mit sektorförmigen Leitern [1]) war die Anwendung der Sektorkonstruktion nahezu ausschliesslich auf Niederspannungskabel bis ca. 1000 V beschränkt; heute werden in den Werkstätten der Kabelwerke Brugg A.G. alle Sektorkabel, sowohl für Hoch- als auch für Niederspannung, nach diesem neuen Fabrikationsverfahren hergestellt.

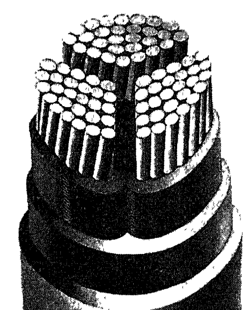


Fig. 1.
Dreileiter-Sektorbleikabel für 1 kV.

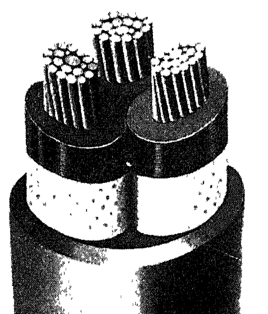


Fig. 2.
Dreileiter-Sektorbleikabel mit Höchstädterschutz für 16 kV.

Die Verwendung von sektorförmigen statt runden Leitern bei den Mehrleiterkabeln erlaubt eine erheblich günstigere Ausnützung des Raumes, bei gleichem Metallquerschnitt und gleicher Isolationsdicke. Der Durchmesser solcher Kabel wird bei gleichem Leiterquerschnitt und gleicher Isolationsdicke wesentlich kleiner als bei Kabeln mit runden Leitern. Hieraus resultiert eine erhebliche Ersparnis der notwendigen Materialien zum Isolieren, Verbleien, Asphaltieren und Armieren, und dies

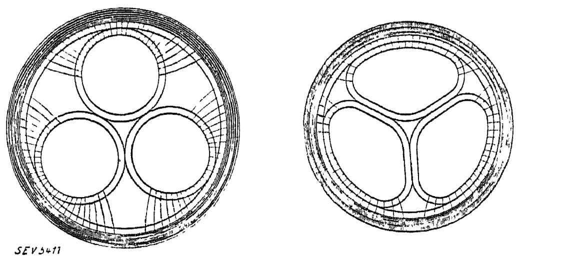


Fig. 3.
Wärmefluss bei Kabeln mit runden (links) und sektorförmigen (rechts) Leitern.

wiederum ergibt eine wesentliche Verbilligung gegenüber dem Kabel mit runden Leitern. Das kleinere Gewicht des Sektorkabels gestattet ferner die Fabrikation grösserer Längen und erleichtert die Verlegung und Montage der Kabel.

Ein weiterer Vorteil des Mehrleiterkabels mit sektorförmigen Leitern besteht in der günstigeren Wärmeableitung gegenüber dem Rundleiterkabel. Fig. 3 zeigt Schnitte durch zwei Dreileiterkabel mit runden, bzw. sektorförmigen Leitern. Beim Rundleiterkabel befindet sich nur ein Punkt, bzw., in der Längsrichtung betrachtet, nur eine Schraubenlinie in unmittelbarer Nähe des Bleimantels. Beim Sektorkabel dagegen verläuft eine breite Fläche von mehr als einem Drittel der Leiteroberfläche nahe dem Bleimantel. Jeder Kabelleiter gibt im Betriebe je nach der Strombelastung mehr oder weniger Wärme ab, die durch den Bleimantel und die Kabelasphaltierung und Armierung in den Erdboden oder den das Kabel umgebenden Raum abgeführt wird. Aus Fig. 3 geht somit eindeutig hervor, dass die Wärmeableitung im Sektorkabel we-

[1]) Schweizer Patent Nr. 140 512 (1930).

sentlich günstiger ist als im Kabel mit runden Leitern. Das günstigere Wärmeableitungsvermögen des Sektorkabels wird überdies noch erhöht durch den Umstand, dass die mit imprägniertem Isoliermaterial ausgefüllten Zwickel, welche die Wärme schlecht leiten, beim Sektorkabel viel kleiner sind als beim Rundleiterkabel.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem bekannten Sektorkabel (alte Ausführung wie bisher für Niederspannungskabel angewendet) und dem neuen Sektorkabel (neue Machart) besteht in der Fabrikationsart der Kabelleiter. Bisher wurden die Sektorleiter auf den Verseilmaschinen so fabriziert, dass sie nach dem Verseilen und Isolieren einen geraden Leiter bildeten. Beim Verseilen solcher Sektorleiter (alte Ausführung) wurden diese pro Umgang der Verseilmaschine um die eigene Axe um 360° verdreht. Hiedurch entstanden innere Material-Spannungen, die das Leitermaterial und die Isolation mechanisch auf Torsion beanspruchten, was sich nachteilig auf die Güte der Isolation auswirkte (Faltenbildung und Steifheit der Kabel, siehe Fig. 4). Für Niederspannungskabel war diese Sektorausführung noch zulässig, nicht aber für Hochspannungskabel, wo es darauf ankommt, dass keine Falten und Hohlräume in der Isolierung und keine Materialspannungen in den Leitern entstehen.

Alle diese Nachteile der alten Sektorausführung werden durch das neue Verfahren restlos ausgeschaltet. Der sektorförmige Kabelleiter wird nämlich bereits während der Verseilung der Drähte zum Leiter, d. h. vor der Isolierung und ohne dass Torsionsspannungen entstehen, in diejenige Schraubenform gebracht, die der Leiter theoretisch im fertigen Kabel einnimmt. Durch dieses

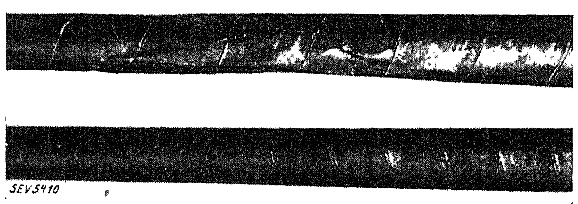


Fig. 4 (oben). Fig. 5 (unten).
Sektorkabel alter (oben) und neuer (unten) Fabrikation.

Vorformen werden alle Materialspannungen vermieden, und es treten in derart fabrizierten und isolierten Leitern, selbst beim Verseilen zum Kabel, keinerlei Materialspannungen auf, indem bei der Verseilung kein Verdrehen der Leiter um 360° pro Maschinenumgang erfolgt. Die Leiterisolationsschichten von vorgeformten Sektorkabeln sind ebenso kompakt und fehlerfrei wie bei den Kabeln mit runden Leitern (Fig. 5). Die Spannungslosigkeit der vorgeformten Sektorkabel äussert sich in der vollständigen Torsionsfreiheit und in der grossen Biegsamkeit, was für die Verlegung wiederum ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist. Zur weiteren Steigerung der beschriebenen Materialeinsparung können die einzelnen Kabelleiter während der Fabrikation noch gewalzt und, soweit erwünscht, Profil- statt runde Drähte mitverwendet werden.

In elektrischer Hinsicht wird die Qualität der Starkstromkabel, ausser nach der absoluten Höhe der dielektrischen Verluste, speziell auch nach dem Verlauf der Kurve der Verlustwinkel, ferner nach der Zeitdurchschlagskurve beurteilt. Weist die Kurve der dielektrischen Verlustwinkel einen Knick auf, von dem aus bei weiterer Spannungssteigerung ein steiler Anstieg der Kurve zu beobachten ist, dann weiss man, dass die Grenze der absoluten Betriebssicherheit überschritten wurde und die Gefahrzone beginnt. Die Höhe der Spannung, die den vorgenannten Knick in der Verlustwinkelkurve erzeugt, ist speziell abhängig von der Grösse und der Zahl der schädlichen Hohlräume zwischen den isolierten Leitern und von der Güte der Leiterisolation an und für sich. Bei dem Sektorkabel mit vorgeformten Leitern sind die Zwischenräume (Zwickel) zwischen den isolierten Leitern und dem Bleimantel viel kleiner als beim Rundleiterkabel. Hiedurch wird erreicht, dass die dielektrischen Verluste bei den neuen Sektorkabeln, soweit Gürtelisolation und nicht metallisierte Einzelleiter in Frage kommen, kleiner werden als bei den Kabeln mit runden Leitern.

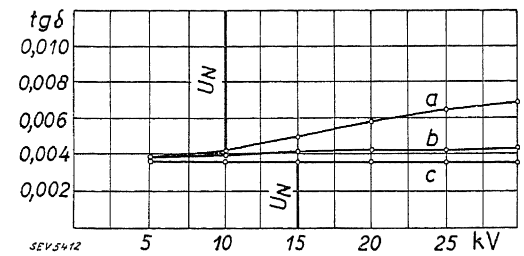


Fig. 6.
Dielektrischer Verlustwinkel verschiedener Kabel bei 19° C.
a 3 × 50 mm², 10 kV, runde Leiter mit Gürtelisolation.
b 3 × 50 mm², 10 kV, vorgeformte Sektorleiter mit Gürtelisolation.
c 3 × 70 mm², 15 kV, vorgeformte Sektorleiter mit Höchstädterschutz.
U_N Nennspannung.

Fig. 6 zeigt drei Kurven von Verlustwinkeln von drei Kabeln, wovon zwei nach diesem neuen Verfahren fabriziert worden sind. Bemerkenswert ist die Kurve c, die den Verlauf der Verluste für ein Sektorkabel mit metallisierten Leitern nach System Höchstädter wiedergibt. Man erkennt an dem geraden Verlauf der Kurve, dass bei diesem Kabel alle Füllmaterialien im Isolationsraum elektrisch vollkommen ausgeschaltet und dass die dielektrischen Verluste äusserst niedrig sind.

Hinsichtlich der Montage der Endverschlüsse der Verbindungs- und Abzweigmuffen ist zu sagen, dass diese Arbeiten an Sektorkabeln technisch ebenso einwandfrei durchführbar sind wie bei den Kabeln mit runden Leitern.

Erwähnenswert ist ferner, dass der Verein deutscher Elektrotechniker beschlossen hat, dass ab 1. November 1934 alle Mehrleiterkabel von 25 mm² und mehr für Spannungen bis und mit 10 kV vorzugsweise sektorförmig auszuführen sind. Diese

Regel basiert vor allem auf der durch diese Ausführung erreichbaren Reduktion der Anschaffungskosten für Kabel. Dabei ist zu erwarten, dass in Deutschland alle Hochspannungs-Mehrleiterkabel über 10 kV verketteter Betriebsspannung ebenfalls mit Sektorleitern fabriziert werden, sobald das vorstehend beschriebene neue Fabrikationsverfahren Eingang gefunden haben wird.

Zusammengefasst ergeben sich für das vorgeformte Sektorkabel, gegenüber dem Kabel mit runden Leitern, folgende Vorteile:

1. günstigere Raumausnützung,
2. wesentliche Ersparnis an Isoliermaterial, Blei, Asphaltierung und Armierung,
3. kleinerer Durchmesser gegenüber Rundleiterkabeln,
4. grosse Biegsamkeit und vollständige Torsionsfreiheit, wegen der vorgeformten Leiter,
5. leichte Handhabung, weil leichter als Kabel mit runden Leitern,
6. günstigere Wärmeableitung und damit entsprechend höhere Belastungsmöglichkeit,
7. kleinere dielektrische Verluste der Kabel mit Gürtelisolation, bedingt durch die viel kleineren Zwickel,
8. wesentliche Preisermässigung gegenüber dem Rundleiterkabel.

Der Belastungsausgleich und seine statistische Regelmässigkeit in elektrischen Anlagen.

Von *W. Kummer*, Zürich. 621.311.153

Die auch in den Häufigkeitskurven betriebsmässiger Spannungsänderungen sichtbare Regelmässigkeit des mit der Belastung veränderlichen Belastungsausgleichs in elektrischen Anlagen wird in bezug auf ihren statistischen Inhalt einer grundsätzlichen Betrachtung unterworfen.

L'auteur soumet à un examen critique, au point de vue statistique, la régularité empirique de la compensation de charge, variable selon la charge des installations électriques, compensation également visible dans les courbes de fréquence des variations de tension.

Unsere im Bull. SEV 1936, S. 124 bis 127, veröffentlichte Untersuchung über die Form der Spannungsänderungen im Elektrizitätswerk und bei den Energieabnehmern führte uns auf die Häufigkeit von Belastungszuständen und damit auch auf die Erscheinung des Belastungsausgleichs und seiner statistischen Regelmässigkeit. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung, mit deren Hilfe diese Regelmässigkeit grundsätzlich berechenbar ist, erscheint indessen einigen Fachleuten der Elektropraxis für diese Aufgabe als ungeeignet. Eine neue Aeusserung in dieser Richtung finden wir soeben in dem 1935 erschienenen Werke «Die Elektrizitätstarife», von G. Siegel und H. Nissel [1]). Auf S. 88 dieses, übrigens von uns sehr geschätzten Buches finden wir eine uns in ihrer verallgemeinernden Formulierung zum Widerspruch veranlassende Ablehnung der Verwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Diese Ablehnung wird nämlich besonders auch damit begründet, dass nach der Meinung der Autoren die Inanspruchnahme elektrischer Anlagen durch die einzelnen Abnehmer willkürlich sein müsste, um die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu rechtfertigen; weil aber während bestimmter Stunden eine durch Lebensgewohnheiten, betriebliche Umstände und tarifarische Massnahmen bedingte Häufung von Abnehmerleistungen eintrete, sei demgemäss die Anlagenbenutzung nicht mehr willkürlich, weshalb die Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung ausgeschlossen sei.

Dagegen muss nun geltend gemacht werden, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung, genau wie die ihr auf rein empirischem Gebiete völlig entsprechende, in viele Zweige der Technik seit langem mit Erfolg eingeführte, moderne Grosszahlforschung, die aus statistischen Zahlenreihen hervorgehenden Regelmässigkeiten streng zu formulieren weiss, gleichgültig, ob bei der Bildung der den Zahlen zugrunde liegenden Ereignisse Willkür im Spiele ist oder nicht. Dass insbesondere im Belastungsausgleich eine statistisch feststellbare Regelmässigkeit vorliegt, ist übrigens seit Jahrzehnten bekannt. Aus der *Form* der Häufigkeitskurven, die mit statistischen Zahlenreihen gebildet werden können, lässt sich aber, unabhängig vom Kriterium der Regelmässigkeit, feststellen, ob bei der Bildung der den Zahlen zugrunde liegenden Ereignisse Willkür im Spiele ist oder nicht, und zwar lässt die symmetrische Glockenform der Häufigkeitskurven auf Willkür schliessen, während bei der unsymmetrischen Form Willkür nicht massgebend sein kann. Die Evidenz der Willkür bei der unsymmetrischen Glockenform lehrt der Hinweis auf die Gaußsche «Fehlerkurve», dieses Paradigma einer symmetrischen Glockenkurve; liegt aber den in der Zahlenreihe berücksichtigten Ereignissen ein Zwang zugrunde, so wird die Häufigkeitskurve in die vom Zwang gewiesene, unsymmetrische Form verändert. Die unsymmetrische Form ist als Allgemeinform der Häufigkeitskurven zu betrachten; in ausgeglichener Gestalt wird sie durch Fig. 3 auf S. 126 des Bull. SEV 1936 veranschaulicht und als solche in allgemeinster Weise durch die ebenda mitgeteilte Binomialformel nach J. Bernoulli analytisch bestimmt. Wenn die in dieser Formel vorkommende Abnehmerzahl Z sehr gross wird und wenn zugleich die in der Formel weiter erscheinende relative Abnehmer-Benützungsdauer t_a nahe der Zahl 0,5 liegt, geht die Gleichung nach J. Bernoulli in jene von K. F. Gauss über; d. h. aus dem Allgemeinfall der unsymmetrischen Häufigkeitskurve folgt der Sonderfall der symmetrischen «Fehlerkurve». Da in elektrischen Anlagen Zahlenwerte t_a von etwa 0,5 kaum je vorkommen, indem die vorkommenden Werte t_a stets wesentlich kleiner sind, wird man auch kaum jemals symmetrische Häufigkeitskurven aus den Watt-

[1]) Besprochen im Bull. SEV 1935, S. 242.

meter-Registrierdiagrammen normaler elektrischer Anlagen feststellen können; diese werden eben niemals in absolut freier Willkür, sondern tatsächlich unter dem Einfluss von Lebensgewohnheiten, von betrieblichen Umständen und tarifarischen Massnahmen benutzt; nichtsdestoweniger findet der durch lange Erfahrung bekannte Belastungsausgleich statt, dessen statistische Regelmässigkeit von jeher auffiel; dass die durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung gebotene Behandlung die adaequate Berechnungsart sein muss, ist evident.

Wir können also feststellen, dass sich allgemein und grundsätzlich nichts Stichhaltiges gegen die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Probleme des Belastungsausgleichs, insbesondere also gegen eine Vorausberechnung des Belastungsfaktors und des Verschiedenheitsfaktors einwenden lässt; so spielt auch die Frage, ob in der Benützung der Anlagen Willkür im Spiele sei oder nicht, gar keine Rolle. Gewiss sind verschiedene bisher unternommene Versuche solcher Vorausberechnung völlig misslungen; anderseits wurden aber, und zwar schon von verschiedenen Seiten, bezügliche Versuche unternommen, die sich für gewisse Typen von Anlagen zu eignen scheinen. Sobald genügend statistisch bearbeitetes Erfahrungsmaterial aus bestehenden Betrieben vorliegt, werden weitere Fortschritte nicht ausbleiben.

Die Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft in den Jahren 1933 und 1934.

31 : 621.311(43)

Das Statistische Reichsamt hat soeben seine Erhebungen über die Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft im Verlauf der Jahre 1933 und 1934 abgeschlossen und im Rahmen derselben auf den verschiedenen Gebieten der Elektrizitätswirtschaft Untersuchungen durchgeführt, die ein klares Bild über den Verlauf der Entwicklung in diesen beiden Jahren bieten. Es ergibt sich daraus, dass die Erzeugung elektrischer Energie seit dem Tiefstand im Jahre 1932 wieder eine stark ansteigende Entwicklung aufwies. Es lag 1933 die Erzeugung um 9 % über dem Stand 1932, im Jahre 1934 um 20 % über dem Stand 1933. Mit einer Gesamterzeugung von 30,7 Milliarden kWh, wovon $17{,}4 \cdot 10^9$ kWh in öffentlichen Werken und $13{,}3 \cdot 10^9$ kWh in Eigenanlagen, im Jahre 1934 wurde der Höchststand des Jahres 1929 bereits leicht überschritten. Im Jahre 1935 hat sich der Anstieg fortgesetzt. Nach der Monatserhebung bei 122 Werken, mit der reichlich die Hälfte der Erzeugung aller Werke erfasst wird, war die Erzeugung um 14 % höher als 1934; die Gesamterzeugung kann danach für das Jahr 1935 auf rund 35 Milliarden kWh geschätzt werden.

Der Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1933 wurde überwiegend von den Eigenanlagen getragen, deren Erzeugung in der Krise stärker als die der öffentlichen Werke zurückgegangen war. Ihre Erzeugung stieg von 1932 auf 1933 um 11 %, die der öffentlichen Werke dagegen nur um 8 %. Im Jahre 1934 haben beide Gruppen gegen das Jahr 1933 gleichmässig um 20 % zugenommen. Die öffentlichen Werke hatten somit im weiteren Verlauf des gesamten wirtschaftlichen Aufstieges eine stärkere Belebung ihrer Erzeugung als die Eigenanlagen. Die installierte Generatorenleistung sämtlicher Werke ist 1933 gegenüber 1932 noch leicht, und zwar bei den Eigenanlagen, zurückgegangen. Im Jahre 1934 ist sie dagegen um 524 000 kW auf rund 13,4 Millionen kW gestiegen. Dieser Zuwachs entfällt mit 155 000 kW auf die öffentlichen Werke und mit 369 000 kW auf die Eigenanlagen. Allerdings ist die Zunahme bei den Eigenanlagen zum grössten Teil statistisch-methodisch bedingt, da für diese Werke im Jahre 1934 die Erhebung erweitert wurde; zum Teil beruht sie jedoch auch darauf, dass stillgelegte Erzeugermaschinen wieder in Betrieb genommen und verschiedentlich neue Anlagen errichtet wurden. Als Erzeuger elektrischer Energie kamen im Jahre 1934 in den öffentlichen Werken 2058 Gleichstrommaschinen mit 221 000 kW, 54 einphasige Wechselstrommaschinen mit 182 000 kW, 32 zweiphasige Wechselstrommaschinen mit 17 000 kW und 2260 dreiphasige Wechselstrommaschinen mit 7 751 000 kW in Betracht, in den Eigenanlagen 6526 Gleichstrommaschinen mit 743 000 kW, 60 einphasige Wechselstrommaschinen mit 11 000 kW, 64 zweiphasige Wechselstrommaschinen mit 9000 kW und 4754 dreiphasige Wechselstrommaschinen mit 4 465 000 kW. Es verfügten so die 4404 verschiedenen Erzeuger in den öffentlichen Werken im Jahre 1934 über 8 171 000 kW, die 11 404 verschiedenen Erzeuger der Eigenanlagen über 5 282 000 kW. Die Ausnutzung der Kraftanlagen, die während der Krise stärker gesunken war, hat sich infolge des Anstiegs der Erzeugung gebessert. Für die öffentlichen Elektrizitätswerke ergaben sich im Jahre 1934 durchschnittlich 2133 Benutzungsstunden der installierten Leistung gegen 1678 im Jahre 1932, für die Eigenanlagen 2543 gegen 2056 im Jahre 1932. Der stark vermehrte Elektrizitätsbedarf hat auch zu einem Ansteigen der höchsten Belastung der Erzeuger geführt. Sie betrug im Jahr 1934 bei den öffentlichen Werken im Reichsdurchschnitt 61 % der installierten Leistung gegenüber 51 % in den Jahren 1933 und 1932.

Während in den öffentlichen Werken im Jahre 1932 die festen Brennstoffe 78 % (*in den Eigenanlagen 74,8 %*) der gesamten Kraftquellen ausmachten, 1933 79,8 % (*74,3 %*) und 1934 80,5 % (*72,3 %*), entfielen auf das Wasser 1932 21,2 % (*11,7 %*), 1933 19,5 % (*11,3 %*) und 1934 18,8 % (*10,1 %*); auf das Gas 1932 0 % (*11 %*), 1933 0,2 % (*12,3 %*) und 1934 0,2 % (*15,7 %*) und auf sonstige Kraftquellen 1932 0,8 % (*2,5 %*), 1933 0,5 % (*2,1 %*) und 1934 0,5 % (*1,3 %*). Die festen Brennstoffe setzten sich aus Steinkohle, Braunkohle und Mischung zusammen. Auf die öffentlichen Werke entfielen 1932 32,3 % Steinkohle (*in den Eigenanlagen 42,3 %*), 45,5 % (*30,4 %*) Braunkohle und 0,2 % (*2,1 %*) Mischung, 1933 31,4 % (*42,2 %*), bzw. 48,3 % (*30,8 %*), bzw. 0,1 % (*1,3 %*), 1934 31,0 % (*40,6 %*), bzw. 49,4 % (*30,7 %*), bzw. 0,1 % (*1,0 %*).

Die Tendenz zu immer stärkerer Zusammenfassung der Erzeugung bei den wenigen Grosskraftwerken mit über 100 000 kW Leistung hielt an. Es entfielen 1934 2,4 % der öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit bis zu 1000 kW,

4,9 %	d. öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit von	1 000 bis 5 000 kW
3,2 %	d. öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit von	5 000 bis 10 000 kW
23,3 %	d. öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit von	10 000 bis 50 000 kW
18,9 %	d. öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit von	50 000 bis 100 000 kW
47,3 %	d. öffentlichen Erzeugung auf öffentliche Werke mit einer Leistungsfähigkeit von	über 100 000 kW

Unter den Eigenanlagen, die eine durchschnittlich höhere Ausnutzung erzielen als die öffentlichen Werke, da diese mit Rücksicht auf unvorhergesehene Belastungen und die star-

ken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen des Bedarfs Reserven an Maschinenleistung zur Deckung des Spitzenbedarfs bereithalten müssen, steht die Gruppe mit über 100 000 kW Leistung mit 4490 Benutzungsstunden gegenüber 2653 im Jahre 1932 weit vor den übrigen.

Die Grössenverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke und Eigenanlagen im Jahre 1934 ergeben sich aus folgender Gegenüberstellung: In den öffentlichen Werken wurden 1565 Kraftanlagen verzeichnet (*in den Eigenanlagen 5049*), darunter 1198 (*4331*) in der Grössenklasse von 1 bis 1000 kW, 187 (*493*) von 1001 bis 5000 kW, 44 (*123*) von 5001 bis 10 000 kW, 94 (*94*) von 10 000 bis 50 000 kW, 27 (*7*) von 50 001 bis 100 000 kW und 15 (*1*) über 100 000 kW.

Von der installierten Leistung und der Jahreserzeugung der Eigenanlagen ergibt sich folgendes Bild: Der Bergbau (Kohlen, Erz, Torf) wies im Jahre 1934 eine Leistungsfähigkeit von 1 570 000 kW auf (Erzeugung 4,1·10⁶ kWh), der Salzbergbau von 108 000 kW (186·10⁶ kWh), die tonkeramische und Glasindustrie von 55 000 kW (131·10⁶ kWh), die Baustoffindustrie (Kalk, Zement, Ziegel) von 59 000 kW (191·10⁶ kWh), die eisenschaffende Industrie von 860 000 kW (2295·10⁶ kWh), die eisen- und metallverarbeitende Industrie von 435 000 kW (662·10⁶ kWh), die chemische und metallurgische Industrie von 810 000 kW (2956·10⁶ kWh), die Textilindustrie und das Bekleidungsgewerbe von 451 000 kW (778·10⁶ kWh), die Papierindustrie und das Vervielfältigungsgewerbe von 422 000 kW (1390·10⁶ kWh), die Leder- und Linoleumindustrie von 38 000 kW (61·10⁶ kWh), die Kautschuk- und Asbestindustrie von 16 000 kW (24·10⁶ kWh), das Holz- und Schnitzstoffgewerbe von 51 000 kW (62·10⁶ kWh), das Nahrungs- und Genussmittelgewerbe von 303 000 kW (367·10⁶ kWh) und verschiedene andere Gewerbegruppen von 50 000 kW (67·10⁶ kWh). Im Bergbau konnte die Erzeugung im Jahre 1934 gegenüber dem Jahre 1932 um 11 % gesteigert werden, in der eisenschaffenden Industrie um 69 %, in der chemischen und metallurgischen Industrie um 35 %, in der Papierindustrie um 21 %, in der Textilindustrie um 41 % und in sonstigen Industrien um 66 %. Das ergibt eine durchschnittliche Erhöhung von 32 %. Bei den sonstigen Gewerbegruppen ist infolge der Wirtschaftsbelebung die Erzeugung der Werke der Baustoffindustrie und der eisen- und metallverarbeitenden Industrie weit über den Durchschnitt sämtlicher Eigenanlagen hinausgestiegen. In der Ausnutzung der Generatorenleistung ist ebenfalls für die eisenschaffende Industrie unter den Hauptgruppen die günstigste Entwicklung festzustellen. Den besten Stand hatten wie bisher infolge ihrer stetigen Arbeitsweise und ihres Grossverbrauchs die chemische und metallurgische sowie die Papierindustrie, in deren Kraftwerken im Jahre 1934 eine durchschnittliche Benutzungsdauer von 3650 und 3294 Stunden erzielt wurde.

Von 1617 im Jahre 1933 festgestellten öffentlichen Elektrizitätswerken *(von den 4618 Eigenanlagen)* gehören 13 (*4*) Anlagen dem Reich, 46 (*0*) der Reichsbahn, 28 (*76*) den Ländern, 10 (*13*) den Provinzen, 46 (*7*) den Kreisen, 566 (*35*) den Gemeinden, 85 (*8*) mehreren öffentlichen Körperschaften, 208 (*50*) privaten Besitzern, an denen die öffentliche Hand satzungsgemäss beteiligt war, und 615 *(4424)* rein privaten Eigentümern. Von 8 016 100 kW installierter Leistung öffentlicher Elektrizitätswerke (*4 858 000 kW der Eigenanlagen*) gehörten 747 200 kW (*15 200 kW*) dem Reich, 135 100 kW (*0*) der Reichsbahn, 580 800 kW *(163 100 kW)* den Ländern, 29 100 kW (*4000 kW*) den Provinzen, 132 100 kW (*1100 kW*) den Kreisen, 1 581 800 kW (*9900 kW*) den Gemeinden, 1 148 400 kW (*9500 kW*) mehreren öffentlichen Körperschaften, 2 867 100 kW (*485 000 kW*) privaten Besitzern, an denen die öffentliche Hand satzungsgemäss beteiligt war, und 794 500 kW *(4 171 000 kW)* rein privaten Besitzern.

Vom inländischen Gesamtverbrauch an Elektrizität (ohne Eigenverbrauch der Kraftwerke, der für 1930 nicht erfasst wurde) entfiel nach wie vor der überwiegende Teil, und zwar vier Fünftel, auf die Industrie, deren Verbrauch gegenüber 1933 um 23 % gewachsen ist. Der gesamte industrielle Bedarf wurde unmittelbar zu etwas mehr als der Hälfte aus den Eigenanlagen der Industrien gedeckt. Vom Gesamtverbrauch der Industrie im Jahre 1934 von 22 986·10⁶ kWh deckten die Eigenanlagen 12 493·10⁶ kWh. Die unter den Hauptverbrauchern an zweiter Stelle stehende Gruppe der Haushaltungen einschliesslich kleiner Gewerbebetriebe hat innerhalb eines Jahres ihren Konsum um rund 400·10⁶ kWh oder 14 % gesteigert. Diese beachtliche Zunahme dürfte sich hauptsächlich aus der wachsenden Anwendung der Elektrizität zum Kochen und zur Warmwasserbereitung erklären. Für den Fahrbetrieb der elektrischen Fern-, Schnell- und Strassenbahnen wurden 1934 gegenüber dem Jahre 1933 hauptsächlich infolge der Elektrifizierung weitere Fernbahnstrecken in Süd- und Mitteldeutschland 33 % mehr elektrische Energie benötigt. Die Landwirtschaft, auf die noch nicht 2 % des gesamten inländischen Verbrauchs entfielen, hat ebenso wie die Gruppe der Haushaltungen im Jahre 1934 14 % mehr Energie verbraucht als 1933.

Im Jahre 1934 wurden, Eigenerzeugung inbegriffen, an die gewerblichen Betriebe insgesamt 22 986·10⁶ kWh abgegeben, an die Bahnen 1897·10⁶ kWh, an die landwirtschaftlichen Betriebe 502·10⁶ kWh, an die Haushaltungen und kleineren Gewerbebetriebe 2996·10⁶ kWh, an die öffentliche Beleuchtung 170·10⁶ kWh und an die Kraftwerke (Eigenverbrauch) 613·10⁶ kWh. Von den gesamten 1934 im Inland verbrauchten 29,2·10⁹ kWh gelangten 15,4·10⁹ kWh (53 %) durch Verkauf, die übrigen 13,8·10⁹ kWh aus Eigenversorgung zum Verbrauch. 650·10⁶ kWh verkauften die Eigenanlagen an Dritte. An Wiederverkäufer wurden 1933 abgegeben 8,5·10⁹ kWh, 1934 10,1·10⁹ kWh.

1934 wurden 90·10⁶ kWh exportiert und 830·10⁶ kWh importiert. Vom Export erhielt die Schweiz 29·10⁶ kWh, Frankreich 12·10⁶ kWh, die Tschechoslowakei 14·10⁶ kWh, Polen 11·10⁶ kWh, Oesterreich 6·10⁶ kWh. Vom Import entfielen 1934 419·10⁶ kWh auf die Schweiz, 26·10⁶ kWh auf Frankreich, 300 000 kWh auf die Tschechoslowakei, 3·10⁶ kWh auf Polen, 340·10⁶ kWh auf Oesterreich. Ausser der aus dem Ausland bezogenen Energie standen der deutschen Wirtschaft noch aus den an der deutsch-schweizerischen Grenze am Rhein gelegenen Grenzkraftwerken, an denen Deutschland beteiligt ist, im Jahre 1934 507,3·10⁶ kWh zur Verfügung.

O. Siegel, Aschersleben.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Les tubes à néon comme source lumineuse pour enseignes et éclairage.

621.327.5

Le point de départ du tube luminescent à néon a été en principe le tube Geissler, dans lequel des gaz raréfiés sont portés à luminescence en y faisant passer la décharge électrique d'une bobine Rumkorff. Par la suite, Moore a fabriqué des tubes industriels à atmosphère d'azote et de gaz carbonique, dans lesquels un dispositif de soupape remplaçait chaque minute le gaz disparu par le fonctionnement. Le tube à néon a été créé en 1910 par M. George Claude, le savant français. Le néon employé devait être très pur et, de ce fait, on ne pouvait songer à introduire ce gaz périodiquement, comme dans le tube Moore. Il fallut donc employer des électrodes assez grandes pour rester froides et éviter leur volatilisation causant une absorption de gaz, cela pour obtenir une durée industrielle, qui était déjà à ce moment de 1000 heures au moins. En résumé le tube Georges Claude de 1910 avait les qualités suivantes: pureté du gaz, absence de soupapes, grand rendement, longue durée. Ce tube se caractérise par sa faible intensité de courant, par sa grande longueur, de l'ordre de plusieurs mètres, et enfin par sa tension élevée, de l'ordre de plusieurs milliers de volts. Il fonctionne en régime luminescent.

Un autre régime, le régime d'arc, permet le fonctionnement à la tension normale des réseaux de distribution; nous appelons ces tubes: tubes à basse tension. Nous ne pouvons entrer dans les détails de ces tubes, ce qui nous mènerait

trop loin. Nous n'examinerons que les tubes à néon à haute tension, principalement employés dans les installations de publicité lumineuse et d'éclairage.

Les établissements Claude-Paz et Silva à Paris, la plus grande maison d'Europe spécialisée dans les tubes luminescents, est arrivée à fabriquer des tubes d'une intensité élevée qu'on aurait cru impossible à réaliser il y a quelques années. Les laboratoires de cette maison ont dû faire des recherches poussées pour trouver des électrodes résistant à l'émission de fortes intensités, évitant l'absorption du gaz et conservant une pression de gaz appropriée au bon rendement lumineux. Le néon donne le meilleur rendement lumineux à 0,4 mm, pression insuffisante pour assurer au tube une longue durée. On a donc été obligé de choisir des pressions supérieures, tout en restant dans les limites d'un bon rendement. Il est possible aujourd'hui de fabriquer des tubes qui dépassent même les 10 000 heures de durée et qui ont un rendement lumineux étonnant.

Pendant environ 20 ans, les tubes luminescents n'étaient employés que pour la publicité lumineuse. Le tube s'y prêtait merveilleusement par son effet publicitaire indéniable et sa grande économie d'énergie, en comparaison aux lampes ordinaires. Depuis quelques années, la maison Claude-Paz et Silva s'est attelée à une tâche beaucoup plus importante: l'éclairage par tubes à décharge.

L'application des tubes à décharge à l'éclairage n'est pas si récente. Les premiers tubes, construits par M. Georges Claude, furent installés pour l'éclairage du Hall d'entrée du Grand Palais au Salon de l'Auto, en 1910. Mais cet éclairage avait un but décoratif seulement, étant donné la couleur rouge de la lumière des tubes à néon utilisés. Vers la même époque commençaient à se diffuser les nouvelles idées sur l'éclairage rationnel. On luttait contre l'éblouissement. On cachait les sources de lumière qui ne devaient plus être visibles à l'œil. On arriva ainsi à l'éclairage par corniches dans lesquelles on plaça d'abord des lampes, puis plus tard des tubes luminescents. Ceux-ci se prêtent de façon parfaite à cette application; on réalise des éclairages en lumière blanche par combinaison de tubes à néon et de tubes à mercure dans des proportions déterminées. Il y a aujourd'hui des quantités d'installations d'éclairage par tubes à décharge qui donnent entière satisfaction à tout point de vue.

En ce moment on s'applique à pousser le rendement des tubes à un maximum. Ceci est réalisable par un procédé spécial: les tubes fluorescents; leur rendement lumineux est plus du double de celui des tubes actuellement employés. La fabrication de ces tubes est délicate en ce qui concerne le dépôt de la poudre fluorescente sur les parois intérieures du tube; cette poudre doit former une pellicule très mince et très bien adhérer à la surface du verre pour pouvoir supporter les manipulations lors du soufflage, de la formation et ensuite du transport. Les essais photométriques ont donné des résultats surprenants et les applications de ces tubes dans le domaine de l'éclairage sont déjà multiples. Pour donner quelques chiffres:

1 groupe de tubes «lumière du jour» donne au mètre 173 bougies, soit 1800 lumens pour une puissance de 78 watts, ce qui fait 23 lumens par watt. (Une lampe à incandescence de 75 watts donne 1000 lumens, soit 13 lumens par watt) [1]).

Ces tubes ont une durée moyenne de 3000 à 5000 heures; cependant, on a relevé des durées bien supérieures dans des installations réalisées. Pour donner un aperçu de la consommation des tubes ordinaires, employés dans les enseignes de publicité lumineuse au néon, nous citerons quelques chiffres:

Un tube de 10 m de longueur, divisé en 3 systèmes, de 20 mm de ⌀, émettant de la lumière rouge, absorbe environ 120 watts sous une intensité de 25 mA. Sous 100 mA, le même tube absorbe 330 watts. Avec le même transformateur, débitant 100 mA, on pourra alimenter 16 m de tube à lumière bleue (argon-mercure), car la chute de tension, qui dépend de la nature du gaz, est plus faible dans ce cas que pour le néon.

Voici les chiffres comparatifs pour les 3 gaz employés dans la fabrication des tubes:

[1]) Valeurs internationales.

hélium: 1000 volts par mètre de tube
néon: 500 » » » » »
argon: 350 » » » » »

La vie d'un tube à néon dépend tout d'abord de la qualité des électrodes employées, des soins apportés à sa formation et ensuite de la qualité du transformateur qui alimente le tube ainsi que de l'installation de la partie haute tension, dans laquelle la qualité du câble employé joue un grand rôle.

Wullschleger.

Raumakustische Probleme.

534.84

Am 25. Mai 1936 sprach im Vortragszyklus für technische Physik der Physikalischen Gesellschaft Zürich Herr Prof. Dr. *E. Meyer* vom Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, über das Thema: «Raumakustische Probleme».

In seinem ausserordentlich interessanten Vortrag griff er aus der Fülle des unter diesen Begriff fallenden Stoffes die Fragen des Nachhalls und der Nachhallmessung sowie diejenigen der Schallschluckstoffe und der Schallschluckmessung heraus.

Die Hauptfrage der Raumakustik, nämlich die Frage nach der akustischen Güte eines Raumes, wird von zwei Seiten angefasst. Einmal von der geometrischen, durch Ausmessen der Laufzeitdifferenzen zwischen direktem Schall und Rückwurf, und dann von der dynamischen Seite, durch Untersuchung des Energieverlaufes im Nachhall.

Für gute Hörbarkeit in einem Saal ist nötig, dass erstens die Laufzeitdifferenzen zwischen unmittelbarem Schall und Rückwürfen 50 bis 100 ms nicht überschreiten, und dass zweitens die aus allen Rückwürfen resultierende Nachhalldauer eine angemessene Grösse hat. Ueber das Optimum dieser letzten Grösse gibt es Vorschriften; es hat sich aber gezeigt, dass es nicht genügt, eine optimale Nachhalldauer für eine bestimmte Normalfrequenz anzustreben, wie es bisher üblich war. Die Nachhallzeit ist nämlich eine Funktion der Frequenz und es steht im wesentlichen fest, dass in den mittleren Tonlagen Frequenzunabhängigkeit, in den tieferen und höheren Lagen hingegen ein leichter Anstieg der Nachhallzeit wünschbar ist.

Die Nachhallzeit wird definiert als diejenige Zeit, innerhalb deren die Schallenergie auf den millionsten Teil abfällt. Sie ist von der Grössenordnung der gehörten Nachhalldauer. Die Messung der Nachhallzeit geschieht in der Weise, dass die Erregungen eines Mikrophons über einen Verstärker auf einen Drehspiegel geleitet werden, der mittels eines Lichtstrahles die Schalldruckkurve auf einer phosphoreszierenden Glasplatte aufzeichnet. Dadurch, dass man nicht die ganze Mikrophonspannung an den Verstärker legt, sondern ein durch den Sekundärstrom selbstgesteuertes Flüssigkeitspotentiometer zwischenschaltet, erreicht man eine logarithmische Aufzeichnung der Nachhallkurve und damit einen recht grossen Ablesebereich.

Mit dieser Anordnung in verschiedenen Räumen erhaltene Nachhallkurven von reinen Tönen fallen nicht, wie die Theorie fordert, geradlinig, sondern treppenartig ab. Der Grund hierfür sind Schwebungen, herrührend von den durch den Ton angeregten benachbarten Eigenschwingungen des Raumes. Einen im Mittel geradlinigen Abfall erhält man hingegen mit sog. Heultönen, d. h. dicht besetzten Frequenzbändern, die genügend viele Eigenfrequenzen des zu untersuchenden Raumes umfassen.

Misst man mit solchen Heultönen die Frequenzabhängigkeit der Nachhallzeit in leeren Räumen, so fällt besonders ihr Abfall gegen die tiefen Töne hin auf. Die Ursache hierfür ist die Absorption der tiefen Töne durch das mitschwingende Wandmaterial (Holz, Glas usw.). In einem mit Publikum besetzten Raume hingegen steigt die Nachhallzeit gegen die tiefen Frequenzen hin an. Man schliesst daraus, dass dies der optimale Verlauf der Nachhallzeit ist.

Immerhin genügt die Betrachtung der Nachhallzeit nicht für die Beurteilung der Güte eines Raumes. Man muss auch durch geeignete Dämpfung dafür sorgen, dass auch in grösserer Entfernung von der Schallquelle die Intensität des direkten Schalles diejenige der Rückwürfe genügend übertrifft.

Das gilt vor allem für Vortragsräume, in denen das Hören ermüdet, wenn der Nachhall dem direkten Schall gegenüber zu energiereich ist.

Ein weiteres Anwendungsgebiet des Nachhallverfahrens ist die Bestimmung der Schluckzahlen von Materialien im Hallraum. Bei der heutigen glatten Bauweise ist die Kenntnis der Schluckzahlen der verschiedenen Materialien besonders wichtig. Die Schluckzahl eines Körpers ist das Verhältnis der nicht zurückkehrenden zur auftreffenden Energie. Die von verschiedenen Laboratorien ermittelten Schluckzahlen ein und desselben Stoffes stimmen heute noch nicht genau überein, besonders für hochabsorbierende Stoffe. Das rührt von den Schwierigkeiten her, die sich der Annäherung an den idealen Hallraum (Raum, in dem die Untersuchungen vorgenommen werden) entgegenstellen. Immerhin sind die Abweichungen praktisch durchaus erträglich.

Aus der Theorie ergibt sich eine Unterteilung der Schluckstoffe in poröse (Textilstoffe, Faserstoffe, insbesondere Holzfaserplatten, Filz, Schlackenwolle, unverputztes Wandmaterial, Gasbeton, Wandbespannungen) und schwingungsfähige Schallschlucker (lackiertes Sperrholz, Wachstuchbespannungen, Aluminiumfolie usw.).

Die ersten sind charakterisiert durch Strömungswiderstand, Dicke und Porosität. Sie dämpfen grundsätzlich tiefe Töne schlecht, hohe hingegen besser.

Glücklicherweise bilden hier die schwingungsfähigen Schallschlucker eine gute Ergänzung. Sie werden in der Regel in einem bestimmten Abstand von der Wand auf einem Holzlattengerüst befestigt. Beim Auftreffen von Schall geraten sie in Schwingung und verzehren dadurch einen Teil der Schallenergie. Ihre Eigenfrequenz hängt ab von der Masse des Materials und der Dicke der dahinterliegenden Luftschicht. Durch geeignete Wahl dieser Grössen hat man es also in der Hand, das Dämpfungsmaximum an die gewünschte Stelle des Frequenzbereiches zu legen. Es ist aber nötig, durch teilweise oder vollständige Ausfüllung des Luftpolsters mit einem Schallschluckstoff (Watte) das Auftreten von Querschwingungen zu verhindern.

Das elektrische Analogon hiezu ist der elektrische Schwingungskreis, bestehend aus Kapazität, Induktivität und Widerstand. Schichtet man nun mehrere Lagen schwingungsfähiger Schallschlucker übereinander, so kommt man zu einem System, dem als Analogon die Drosselkette entspricht. Man kann auf diese Weise eine mehrschichtige Wandverkleidung bauen, die wie die entsprechende elektrische Drosselkette die tiefen Frequenzen stark absorbiert, die höheren dagegen fast unberührt lässt. Damit hat man eine wertvolle Ergänzung zu den porösen Stoffen, die ausschliesslich die höheren Töne verschlucken.

Die schwingungsfähigen Schallschlucker haben also den Vorteil, dass man durch passende Wahl der Resonanzlage der Nachhallkurve jede gewünschte Form geben kann. Ausserdem sind sie keine Staubquellen und lassen dem Architekten bezüglich Farbengebung vollkommen freie Hand.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass man über die zur Verbesserung der Hörsamkeit von Räumen zu benutzenden Stoffe gut Bescheid weiss; Theorie und Wirkungsweise der porösen und schwingungsfähigen Schallschlucker sind weitgehend geklärt. Wesentliche Förderung muss dagegen noch das Gebiet der Schallausbreitung in den Räumen selbst erfahren; die hierzu nötigen messtechnischen Hilfsmittel sind vorhanden. *H. W.*

Elektrizitätswerke Wynau.

621.311.21(494.244.1)

In der nächsten Zeit sollen bedeutende Umbauten im rechtsufrigen Werke vorgenommen werden. Wie schon an der ordentlichen Generalversammlung der Aktionäre vom 28. März a. c. Direktor Marti mündlich ausführte, lässt sich der Ersatz der letzten drei Maschinengruppen des rechtsufrigen Werkes nicht länger hinausschieben. Die Turbinen und elektrischen Maschinen dieser drei Maschinensätze stammen z. T. noch aus dem Jahre 1895, so dass es nicht zu verwundern ist, dass sie infolge der hohen Beanspruchung (teilweise 24stündiger Betrieb) Alterserscheinungen aufweisen. Auch der Zustand der im Jahre 1907 eingebauten sog. Hochwasserturbinengruppe (Nr. 6) ist leider derartig, dass die Auswechslung ebenfalls nötig wird.

Nachdem die bezüglichen Projektvorarbeiten der Direktion seit Februar intensiv gefördert worden waren und nach Abklärung aller technischen Fragen zur Aufstellung eines bestimmten Bauprogrammes geführt hatten, beschloss der Verwaltungsrat am 25. Mai d. J. die sofortige Inangriffnahme des Umbaues nach vorgelegtem Projekte, bewilligte einen Kredit von Fr. 835 000.— hiefür und nahm die hauptsächlichsten Arbeitsvergebungen vor.

Für den Ersatz der auszuwechselnden Turbinen Nr. 4 und 5 sind Kaplanturbinen von 1500 kW Leistung (verstanden beim höchsten Wintergefälle von 5,0 m) vorgesehen, und zwar gleichen Typs und gleicher Grösse wie die im Jahre 1929 eingebauten neuen Turbinen Nr. 3 und 4. Diese Kaplanturbinen stellen die modernste Ausführung von Wasserturbinen für Niedergefälle dar, und die von den Aetliers des Charmilles in Genf im Jahre 1929 gelieferten zwei Turbinen dieses Typs haben sich in jeder Beziehung so gut bewährt, dass es nahe lag, den Auftrag für die zwei weiteren Turbinen, bestimmt für Kammern 4 und 5 des alten Werkes, wieder dieser Firma in Auftrag zu geben. Die zugehörigen elektrischen Generatoren, vertikalwellig direkt auf die Turbinen aufgebaut, werden den Ateliers de Sécheron, ebenfalls in Genf, in Auftrag gegeben. Diese Firma hat auch 1929 die elektrischen Generatoren zu den Turbinen Nr. 2 und 3 zu voller Zufriedenheit geliefert.

Für den Ersatz der Maschinengruppe 6 wurde eine Propellerturbine von ca. 900 kW (verstanden beim mittleren Sommergefälle von 3,5 m) bei den Ateliers de Constructions Mécaniques in Vevey bestellt. Diese Gruppe, speziell zur Ausnützung der Sommerwasserzuschüsse, kommt nur während ca. 100 Tagen im Jahr in Betrieb. Die Aufgabe stellte sich also hier speziell, den Kostenaufwand der Wirtschaftlichkeit anzupassen. Eine eingehende Prüfung ergab aber die Wirtschaftlichkeit des Umbaues auch dieser Gruppe, und zwar ausgerüstet mit einer Propellerturbine. Die Ateliers de Constructions Mécaniques von Vevey haben dem Wynauwerke im Jahre 1922/23 die vier Propellerturbinen à je 1850 kW für das neue linksufrige Werk geliefert, damals ein Wagestück der Technik, das aber voll gelungen ist. Es lag daher nahe, dieser Firma den Auftrag für die neue Propellerturbine Nr. 6 zu erteilen. Der zugehörige elektrische Generator wird von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden geliefert.

Der bauliche Teil (Umbau der Kammern) wird in Regie durchgeführt unter der fachmännischen Oberleitung von Ingenieur Luder in Solothurn. Für die örtliche Bauaufsicht auf der Baustelle wird ein Bauführer eingestellt. Die Durchführung des baulichen Teiles wird einer Reihe von Arbeitern der Baubranche der Gegend willkommene Beschäftigung bringen.

Nach Abbruch der alten Maschinensätze soll anfangs August d. J. mit den eigentlichen Bauarbeiten begonnen werden, die Fachleuten und Laien in den verschiedenen Stadien des Arbeitsfortschrittes Interesse bieten dürften. Die Inbetriebsetzung der neuen Maschinengruppen ist auf März/April 1937 vorgesehen.

Mit diesem Umbau wird das rechtsufrige «alte» Werk Wynau auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Die Gruppen 1, 2 und 3 des alten Werkes wurden nämlich bereits in den Jahren 1925, bzw. 1929 umgebaut und mit Maschinen neuester Konstruktion versehen.

Wie man sieht, sind die Verwaltungsbehörden des Wynauwerkes bestrebt, die Krafterzeugungsanlagen in Wynau in einem dem jeweiligen neuesten Stande der Technik entsprechenden Zustande zu halten, zur Gewährleistung grösstmöglicher Betriebssicherheit und rationeller Ausnützung der Wasserkraft.

Elektrizitäts-Selbstverkäufer mit Vorrichtung für dauernden Grundgebühreneinzug.

621.317.785.7

Grundgebührenmünzzähler haben zum Einzug der Grundgebühr entweder eine rein mechanisch betätigte Vorrichtung, bei der die Erhebung der festen Taxe nur vom Selbstverkäufermechanismus abhängt, oder aber sie gehören der Gat-

tung von Apparaten mit ständigem Gebühreneinzug an, bei denen ein dauernd laufender Synchronmotor als Element konstanter Geschwindigkeit vorgesehen ist. Ein Münzzähler dieser Art wurde neuerdings von der Landis & Gyr A.-G. entwickelt.

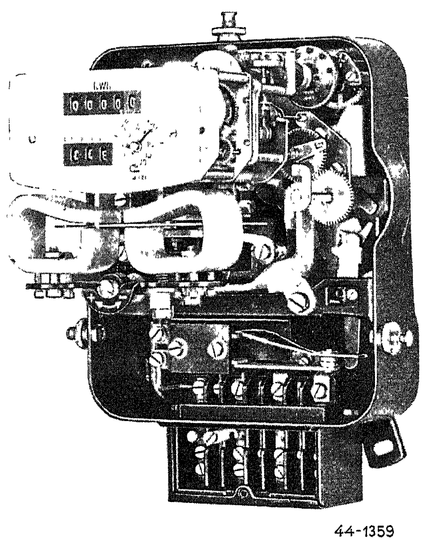


Fig. 1.
Ansicht des Selbstverkäuferzählers.

Während die Typen mit mechanischem Grundgebühreneinzug eine Vorrichtung enthalten, die vom Wert der eingeworfenen Münzen unmittelbar einen bestimmten Betrag zwecks Abzahlung der Grundgebühr abzieht, und deren Tätigkeit nach Eingang des vollen Betrages automatisch eingestellt wird, so dass der Wert der weiterhin in den Apparat eingeführten Geldstücke voll und ganz zur Begleichung des Energieverbrauches dient, sind die Münzzähler für dauernden Gebühreneinzug mit einem ständig an Spannung liegenden Synchronmotor versehen. Dieser stellt den Selbstverkäufermechanismus mit einer solchen konstanten Geschwindigkeit zurück, dass der Verbraucher erst die aufgelaufene Grundgebühr jeweils einwerfen muss, wenn er überhaupt Energie beziehen will. Dadurch wird die Hauptbedingung des Grundgebührentarifs erfüllt: die festen Gebühren wie Basistaxe, Miete, Abzahlungsraten für Apparate usw. können auf diese Weise genau und stetig eingezogen werden, ganz unabhängig von der Menge der verbrauchten Energie und von der Regelmässigkeit des Energiebezuges.

Um den Betrag der Grundgebühr in weiten Grenzen verändern zu können, ist eine Grundgebühr-Einstellvorrichtung vorgesehen, die im wesentlichen aus einer Stiftenscheibe und einem Differential besteht. Der Synchronmotor treibt über ein Zahnradvorgelege die mit zwei konzentrischen Lochreihen versehene Stiftenscheibe an, in die je nach Bedarf mit Gewinde ausgestattete Stifte eingeschraubt werden können. Die äussere Lochreihe weist 10, die innere 9 Gewindelöcher auf, wobei jedes Loch der inneren Reihe dem Werte der jeweiligen Münzeinheit und dasjenige der äusseren einem Zehntel davon entspricht. Die äussere Stiftenreihe betätigt ein Zahnrad, das durch geeignete Uebersetzungen mit dem einen Ende des Differentials, und die innere Stiftenreihe ein zweites Zahnrad, das in ähnlicher Weise mit dem andern Ende desselben Differentials verbunden ist. Das Planetenrad des Differentials betätigt den Selbstverkäufermechanismus, d. h. zieht dauernd die Grundgebühr von dem Wert der jeweils eingeworfenen Münzen ab. Es addiert somit die Wirkungen beider Stiftenreihen. Die Uebersetzungsverhältnisse zwischen den von den Stiften betätigten Zahnrädern und dem Differential sind so gehalten, dass das eine genau das Zehnfache vom andern ist. Es lässt sich somit mit Hilfe beider Stiftenreihen jede Kombination zwischen z. B. 10 Rp. und 10 Fr. in Stufen von je 10 zu 10 Rp. erzielen.

Die Stiftenscheibe ist mit einem axialen Schlitz versehen, so dass man sie nach Lösen einer Schraube leicht von ihrer Welle abziehen und den allfällig erforderlichen Wechsel der einzusetzenden Stifte bequem ausserhalb des Zählers vornehmen kann. Ausserdem kann die Anordnung so getroffen werden, dass die Stiftenscheibe eine volle Umdrehung entweder in einer Woche oder in einem Monat (30 Tagen) vollführt, so dass nicht nur der einzuziehende Betrag, sondern auch die Geschwindigkeit des Einzugs in weiten Grenzen verändert werden kann, was durch entsprechende Wahl der in Frage kommenden Uebersetzungsräder geschieht. *L. & G.*

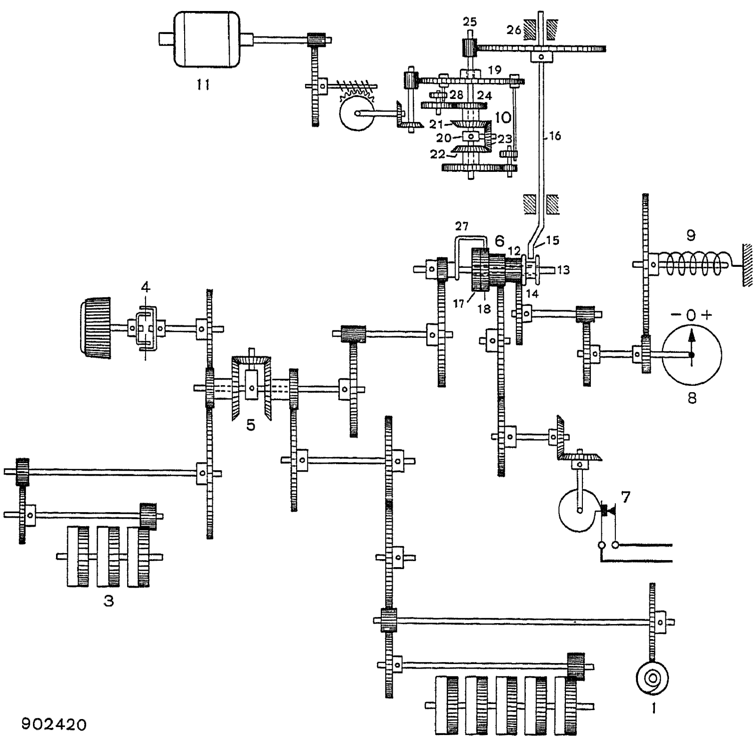


Fig. 2.

Schematische Darstellung des Räderwerkes.

1 Zählertriebsystem.
2 Kilowattstundenzählwerk.
3 Totalmünzenzählwerk.
4 Einwurfvorrichtung.
5 Normales Selbstverkäufer-Differential.
6 Einrichtung der Summation der konstanten Synchronmotorgeschwindigkeit mit der Zählergeschwindigkeit.
7 Schalterauslösevorrichtung.
8 Vorratsmünzenzählwerk.
9 Kraftspeicherfeder.
10 Grundgebühreinstellvorrichtung.
11 Synchronmotor.

Zur Betriebsstörung am Albulawerk [1]).

621.646.2 : 621.311.21.0046(494.262.2)

Es dürfte von Interesse sein, einiges über *Belüftungsvorrichtungen von Druckleitungen* mitzuteilen, die einerseits die nicht einknicksicheren Rohrstränge vor zu grossem äusserem Ueberdruck schützen und anderseits ein Abreissen der Wassersäule verhindern oder doch zum mindesten den Wiederanprall getrennter Säulen dämpfen sollen.

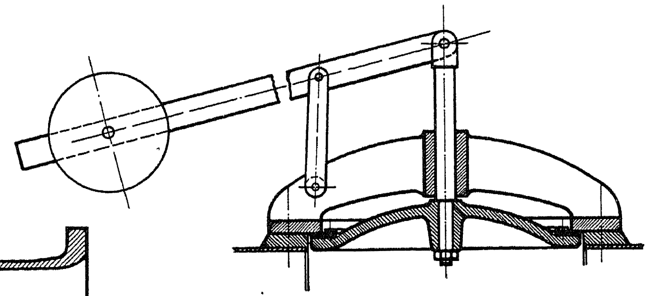
Ein auf die Druckleitung aufgesetztes Standrohr stellt die einfachste Belüftungsmöglichkeit dar. Seine Verwendung bedingt jedoch die Frostsicherheit der Anlage. Auch bedingen die örtlichen Verhältnisse manchmal sehr grosse Standhöhen, so dass an seiner Stelle Ventile wirtschaftlich vorteilhafter werden.

Fig. 1 zeigt die Ventilkonstruktion, die zur Zeit des Baues des Albulawerkes sehr verbreitet war. Der Ventilteller wird durch den Leitungsdruck und ein Belastungsgewicht normalerweise geschlossen gehalten. Ein Oeffnen erfolgt, falls in der Leitung ein Unterdruck entsteht, der im Verhältnis zum Belastungsgewicht steht.

Bei der Inbetriebnahme des Loentschwerkes, das als Spitzenwerk einer besonders schwankenden Belastung ausgesetzt war, wurde man auf das unvollkommene, stossweise Oeffnen und Schliessen dieser und ähnlicher Ventile aufmerksam.

Das Eisenwerk Klus der Gesellschaft der Ludw. von Roll'schen Eisenwerke brachte dann in der Folge das in Fig. 2 dargestellte, verbesserte Ventil auf den Markt. Dieses besitzt ein Dämpfungsorgan, das einem raschen Oeffnen zwar nicht hinderlich ist, aber nur ein langsames Schliessen gestattet. Ferner ist das Belastungsgewicht durch eine Schraubenfeder ersetzt, womit mechanische Stösse der bewegten Massen belanglos werden. Die Gefahr von Ermüdungsbrüchen an Konstruktionsteilen ist damit behoben. Diese Konstruktion hat sich im Betriebe bewährt.

Was die Rohrbruchsicherheit der Ventile als solche anbelangt, so sind diese im Laufe der Zeit ebenfalls bedeutend verbessert worden. Es gibt Relais, welche auch bei kleinen Rohrbrüchen selbsttätig den Abschluss der Klappe herbeiführen. Es wird darüber in der Schweiz. Bauzeitung vom 20. Juni 1936, S. 281, berichtet. *O. Sch.*



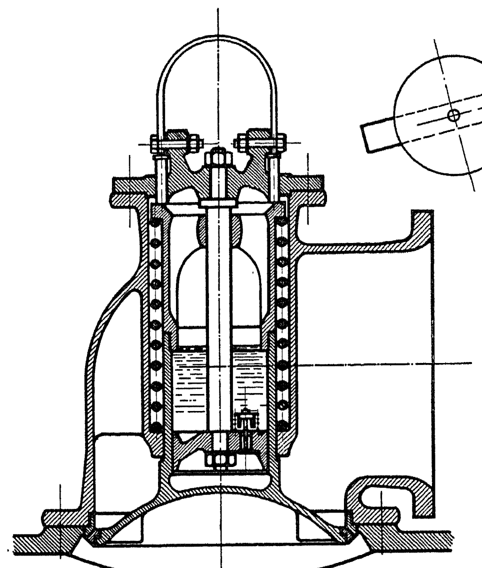


Fig. 1 (oben).
Fig. 2 (links).
Alte und neue Konstruktion von Ventilen für die Belüftungsvorrichtungen von Druckleitungen.

[1]) Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 9, S. 225.

Superhochdruck-Quecksilberlampe für 75 W.

Wir hatten kürzlich Gelegenheit, die interessante Philips-Superhochdruck-Quecksilberlampe für 75 W, die erste solche Lampe, die nächstens auf den Markt kommt, zu besichtigen. Sie hat genau die Form einer Glühlampe etwa gleicher Leistungsaufnahme, ist innenmattiert und mit besonderem Bajonettsockel ausgerüstet. Sie wird an 220 V Wechselstrom unter Zwischenschaltung eines Streutransformators angeschlossen. Die Lebensdauer wird mit 2000 h garantiert. Der erzeugte Lichtstrom beträgt 3000 int. lm, die Lichtausbeute also etwa 40 lm/W und die Leuchtdichte 1100 int. Kerzen pro cm^2.

Bei dieser Gelegenheit machen wir darauf aufmerksam, dass hier nächstens der Bericht über die akademische Diskussionsversammlung vom 22. Februar d. J. erscheint, wo das Thema Gasentladungslampe eingehend behandelt wird.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Activité du Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR) depuis novembre 1935.[1])

621.396.82

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) a réuni les experts du CISPR à Londres du 5 au 7 novembre 1935. Rappelons que le but premier est de définir pour l'Europe une limite numérique du degré dit «admissible» des perturbations radiophoniques dues aux machines et appareils électriques.

Les réunions préliminaires de Berlin en décembre 1934 et avril 1935 avaient été consacrées à la définition d'un *appareil de mesure* et à l'étude du maximum des tensions perturbatrices désirables sur les réseaux électriques, suivant *les couplages* entre les réseaux et les antennes perturbées. La réunion de Londres était consacrée à une *comparaison des possibilités industrielles d'abaisser les tensions perturbatrices des machines*. Les experts du CISPR, au nombre de 23, représentant sept pays et quatre organismes électrotechniques internationaux, ont comparé les résultats de mesures effectuées dans les Laboratoires nationaux et de l'Industrie. Le rapport technique CEI/RI, No. 4, a paru et sera envoyé à ceux qui en feront la demande au secrétariat de l'ASE (prix fr. 1.50). Nous résumerons les résultats en indiquant les points qui restent à éclaircir.

[1]) Voir Bulletin ASE 1935, No. 23, page 661.

1° Mesures.

Le voltmètre à lampes défini lors des réunions de Berlin, qui permet d'analyser la tension perturbatrice dite symétrique entre les bornes, et asymétrique entre les bornes et la carcasse de la machine, a été employé par tous les experts sans aucune difficulté. Rappelons que la machine perturbatrice est alimentée au travers de bobines de self de haute fréquence et que la tension est mesurée aux bornes d'une résistance de 150 ohms représentant l'impédance moyenne d'un réseau.

Moyennant certains facteurs de correction dus aux différences acoustiques des différents appareils de mesure, les résultats exprimés en microvolts des mesures effectuées dans les différents pays sont devenus comparables.

Toutefois, la même machine ayant donné des valeurs très différentes de tensions perturbatrices dans deux laboratoires nationaux, on a fait circuler entre tous les pays un ventilateur en prescrivant les mesures à effectuer. Les résultats ont été rassemblés à Bruxelles par le Centre de Contrôle de l'Union Internationale de Radiophonie, afin d'y être comparés et discutés lors de la prochaine réunion des experts.

L'accord n'est pas fait sur la manière de mesurer la tension perturbatrice asymétrique lorsque l'appareil n'est *pas* normalement mis à la terre. Dans ce cas, la capacité de cet appareil dépend de sa position par rapport à la terre ou aux lignes métalliques qui l'environnent. On a proposé de remplacer provisoirement la terre par un contre-poids (treillis métallique de 2 m × 2 m) et de placer l'appareil à une hauteur arbitraire de 40 cm au-dessus de ce contre-poids, afin de définir ainsi sa capacité. Cette hauteur donne de trop bons résultats pour un aspirateur et des résultats défavorables pour un ventilateur ou une sonnette, dont la distance à la terre diffère généralement de 40 cm. En outre, cette méthode obligerait les constructeurs à posséder une bonne cage de Faraday, peut-être plus coûteuse que l'instrument de mesure lui-même, dont on voulait s'efforcer de rendre le prix accessible à tous.

Le laboratoire de l'Association Suisse des Electriciens s'est chargé de faire des observations sur les facteurs de correction que l'on pourrait envisager dans le cas où les tensions asymétriques se mesureraient toujours entre fil et carcasse (cas le plus défavorable). Cette question touche de près les prescriptions de l'ASE, qui concernent l'indice antiparasite. Elle reste à l'étude.

2° Comparaison des tensions perturbatrices mesurées considérées comme industriellement réalisables par les experts.

Nous ne donnerons dans le tableau I que les tensions perturbatrices asymétriques (entre bornes et terre, respectivement bornes et carcasse), mesurées sur un réseau d'impédance de 150 ohms. La valeur minimum a été trouvée pour les longueurs d'ondes de 300—200 m., tandis que les perturbations sur grandes longueurs d'ondes sont généralement plus fortes. En outre, le tableau indique s'il a été tenu compte ou non des chocs électriques qui peuvent passer du condensateur à l'usager lorsque le moteur est connecté à un réseau à courant alternatif.

Il résulte de ce tableau que les avis des experts sur les tensions asymétriques industriellement réalisables par l'emploi de condensateurs (de capacité suffisamment petite pour ne pas donner des chocs électriques) varient de l'ordre de 1000 à 20 000 μF suivant les pays et suivant la définition du choc dit admissible.

Il faut espérer que les résultats comparés des mesures exécutées internationalement sur un même moteur permettront de recommander définitivement une méthode de mesure internationale.

L'entente sur le maximum admissible du courant traversant les condensateurs anti-parasites sera plus difficile à faire. C'est probablement de cette entente que dépendra la valeur de la *tension perturbatrice* asymétrique industriellement réalisable. De cette tension résultera le champ protégé et le couplage maximum admissible entre antenne et réseau de lumière. Les experts devront alors se prononcer sur la possibilité de définir la *tension de haute fréquence nécessaire à l'antenne* plutôt que le champ à protéger, notion qui ne tient pas compte de la qualité de l'antenne. Puis, il faudra tenir compte de l'augmentation des tensions perturbatrices avec l'usure normale des commutateurs et enfin tenir compte des perturbations sur ondes courtes, qui nécessitent des protections spéciales pour ne pas gêner la gamme des réceptions radiophoniques. Ce n'est que lorsque ces questions auront été suffisamment débattues que le CISPR se prononcera pour émettre des recommandations internationales basées sur l'avis de ses experts.

Valeurs minima et maxima des tensions perturbatrices résiduelles, en microvolts, des machines et appareils électriques déparasités par l'emploi de condensateurs seuls.

Tableau I.

Pays	Tensions perturbatrices résiduelles minima μV	Tensions perturbatrices résiduelles maxima μV	Courant d'électrisation limité ?	Remarques
Allemagne	125	20 000	oui	75 appareils étudiés avec des condensateurs antichocs de 0,0025 μF
Belgique	30	100	?	Un cas systématique
France	60	600	non	—
Grande-Bretagne	—	50	non	Condensateurs employés de 1 à 4 μF maximum
Italie	10	50	non	Condensateur de 0,1 μF
Suisse	30	1 000	oui	Condensateur antichoc de 0,01 μF maximum

Un mémorandum des délégués suisses concernant la question du maximum de capacité des condensateurs anti-parasites dans le cas des machines mises à la terre directement ou par l'intermédiaire de câbles souples (moteurs transportables) a été préparé [rapport RI (Suisse) 5]. *E. Aubort.*

Frequenzstabilisierung der Ultrakurzwellenoszillatoren.

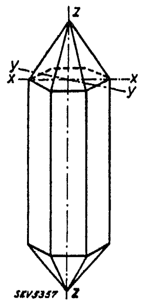
621.396.611.21

Ultrakurzwellensender für Mess- und Versuchszwecke bereiten oft grosse Schwierigkeiten, sobald es sich darum handelt, mit einfachen Mitteln grösstmögliche Konstanz der Sendefrequenz zu erzielen. Die Verwendung von kurzwelligen Turmalinkristallen bedingt, neben grossen Kosten für den Kristall selbst, einen gut regulierten Thermostaten. Gewöhnliche Quarzkristalle der X- oder Y-Gruppe zeigen Temperaturabhängigkeit und oft Zweiwelligkeit. Mit steigender Frequenz werden zudem die mechanischen Abmessungen kleiner, so dass oftmals aus mechanischen Gründen auf die Verwendung eines normalen Quarzes verzichtet werden muss.

Systematische Arbeiten auf dem Gebiete der Quarzkristallbereitung haben aber neue Wege gezeigt. Es ist heute mit kleinem Aufwand möglich, eine beträchtliche Frequenzkonstanz zu erzielen, falls die richtigen Kristalle in zweckmässigen Schaltungen verwendet werden.

Quarzkristalle, die heute im Senderbau gebraucht werden, besitzen hexagonale Form mit beidseitig aufgesetzten Pyramiden. Die optische oder Z-Axe verläuft gemäss Fig. 1 in der Längsrichtung des Kristalls. Massgebend für das elektrische Verhalten sind aber allein die elektrischen oder X-Axen, bzw. die mechanischen oder Y-Axen des Kristalls. Nach Fig. 1 und 2 liegen diese beiden Axen in Ebenen senkrecht zur optischen Axe. Dabei verläuft die mechanische Axe senkrecht zu den Seitenflächen des Kristalls, die elektrische parallel zu diesen. Die elektrische Axe schliesst also mit der mechanischen einen Winkel von 30°, bzw. 90° ein. Die für Hochfrequenzzwecke verwendeten Kristallplatten und -stäbe bezeichnet man nach der Lage ihrer Schnittebenen in bezug

auf diese Axen. Eine Platte mit X-Schnitt stammt aus einem Schnitt, der senkrecht zur X-Axe verläuft. Eine solche mit Y-Schnitt erhält man analog aus einem Schnitt senkrecht zur Y-Axe. Die Schnittebenen brauchen dabei nicht mit der Z-



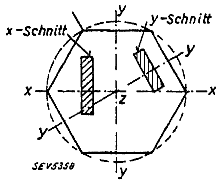


Fig. 2 (oben).
Schnitt durch einen Quarzkristall senkrecht zur z-Axe.

Fig. 1 (links).
Quarzkristall.

Axe zusammenfallen, sie müssen nur parallel zu dieser verlaufen.

Der Temperaturkoeffizient der Frequenz einer Platte, die dem X-Schnitt angehört, beträgt ca. $-20 \cdot 10^{-6}$ pro ° C, für eine solche des Y-Schnittes ist er ca. $+80 \cdot 10^{-6}$ pro ° C. Vor zwei Jahren ist es erstmals gelungen, Schnitte zu erzeugen, deren Platten einen Temperaturkoeffizient der Frequenz von nahezu 0 haben. Ausgehend vom Y-Schnitt hat man die Schnittebene um die X-Axe sukzessive gedreht und die Temperaturkoeffizienten registriert, unter gleichzeitiger Kontrolle der Einwelligkeit. Es hat sich gezeigt, dass bei einem Drehwinkel von 31° gegenüber der Z-Axe (Fig. 3) absolute Einwelligkeit besteht, während ein Winkel von 35° einen Temperaturkoeffizient von nahezu Null ergibt. Den 31°-Schnitt bezeichnet man als AC-Schnitt und den 35°-Schnitt als AT- oder V-Schnitt. Kristalle der AT-Gruppe haben gegenüber den gewöhnlichen X- und Y-Kristallen noch weitere Vorteile.

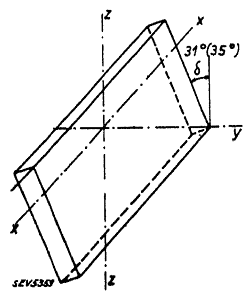


Fig. 3.
Drehung der y-Schnittebene um die x-Axe.
$\delta = 31^0$ für den AC-Schnitt.
$\delta = 35^0$ für den AT-Schnitt.

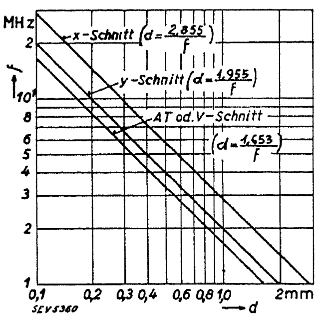


Fig. 4.
Kristalldicke (*d* in mm) in Funktion der Frequenz (*f* in MHz) für die verschiedenen Schnitte.
Parameter: *x*—, *y*—, AT(V)-Schnitt.

Sie zeigen gegenüber quasimechanischen Beanspruchungen bedeutend grössere Widerstandskraft, so dass sie in der Lage sind, relativ grosse Leistungen an die nachfolgende Stufe abzugeben. Fig. 4 zeigt den Zusammenhang zwischen Frequenz *f* und Quarzdicke *d* für die verschiedenen Schnittarten. Es gilt dabei

für den X-Schnitt: $f \cdot d = 2{,}855$ *f* in MHz, d in mm
für den Y-Schnitt: $f \cdot d = 1{,}955$
für den AT-Schnitt: $f \cdot d = 1{,}653$

Die gebräuchlichsten AT-Quarze zeigen effektive Temperaturkoeffizienten von $-2 \cdot 10^{-6}$ pro ° C. Dabei ist dieser Koeffizient gültig für ein Gebiet von —30° C bis +50° C. Fig. 5 und 6 geben Frequenzkurven wieder von Quarzoszillatoren, die den verschiedenen Arten der X-, Y- und AT-Schnitte angehören. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Sendefrequenz des Oszillators in Fig. 5 identisch sei mit der Quarzfrequenz. Beim Beispiel von Fig. 6 arbeitet der Quarzoszillator auf eine zweifache Verdopplerstufe, so dass die Sendefrequenz gleich der vierfachen Quarzfrequenz ist.

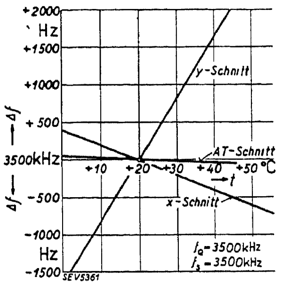


Fig. 5.
Temperaturabhängigkeit der Quarzfrequenz.
$\Delta f = f(t)$;
Sollfrequenz = 3500 kHz;
Sendefrequenz = 3500 kHz.

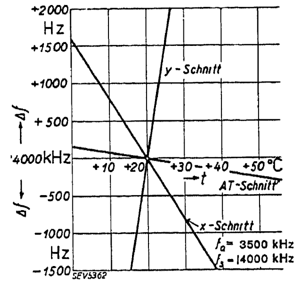


Fig. 6.
Temperaturabhängigkeit der Sendefrequenz.
Quarzfrequenz = 3500 kHz;
Sendefrequenz = 14 000 kHz;
$\Delta f = f(t)$.

Nachstehend seien einige Schaltungen diskutiert, die sich speziell mit AT-Kristallen vorteilhaft anwenden lassen. Es handelt sich um Kurzwellenoszillatoren für 50 MHz bis 60 MHz Sendefrequenz. Dabei wird bei allen Schaltungen von 3,5 MHz- bis 14 MHz-Kristallen Gebrauch gemacht. Alle Schaltungen zeichnen sich durch eine grosse Frequenzkonstanz bezüglich Temperaturschwankungen aus.

1. Stabilisierter Quarzoszillator zur Erzeugung von Harmonischen.

Fig. 7 zeigt das prinzipielle Schaltbild eines Oszillators zur Erzeugung eines grossen Prozentsatzes von Harmonischen. Diese können ausgesiebt werden und dienen dann zum Steuern der Verstärkerstufen.

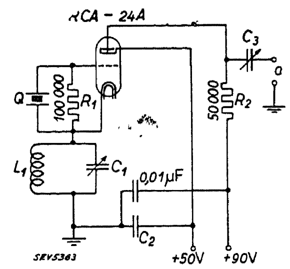


Fig. 7.
Quarzgesteuerter Oszillator zur Erzeugung eines grossen harmonischen Spektrums.
Q Quarz.
$R_1 = 100\,000\ \Omega$; $R_2 = 50\,000\ \Omega$;
$C_1 = 100$ pF;
$C_2 = 0{,}01\ \mu$F; $C_3 = 50$ pF;
L_1 = je nach Quarzfrequenz.

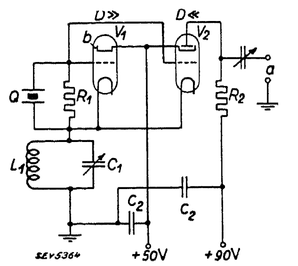


Fig. 8.
Funktionsschema zu Fig. 7.
V_1 Triodenteil der Tetrode, Durchgriff gross, Schirmgitter wirkt als Anode.
V_2 Tetrode, Durchgriff klein.

Im Gitterkreis einer als Tetrode geschalteten Pentode befindet sich ein AT-Kristall der durch den üblichen Ableitwiderstand überbrückt ist. Der Schwingkreis ist zwischen Kathode und Erde eingeschaltet. Die Wirkungsweise der Schaltung kann an Hand der Fig. 8 verfolgt werden. Die Tetrode lässt sich in zwei getrennte Röhren aufteilen, nämlich in eine quarzerregte Triode mit grossem Durchgriff und in eine gewöhnliche Tetrode mit kleinem Durchgriff. Die Triode wird den Arbeitspunkt so einstellen, dass grösstmögliche Gitteramplituden entstehen, deren Wert durch die dynamische Steilheitsverminderung festgelegt ist. Die negative Vorspannung des Gitters wird demgemäss beträchtlich. Steuergitter und Schirmgitter der beiden Röhren sind galvanisch miteinander gekoppelt. In der Triode wirkt das Schirmgitter als Anode, in der Tetrode als wirkliches Schirmgitter. Die Tetrode wird durch die grossen Amplituden der quarzerregten Triode stark übersteuert und erzeugt so ein starkes Har-

monischen-Spektrum. Bringt man in den Anodenkreis dieser Verstärkerröhre einen abgestimmten Kreis, so lassen sich mit diesem beliebige Harmonische heraussieben. Fig. 9 zeigt die Schaltung eines gebräuchlichen Oszillators, der im Anodenkreis mit der 3. Harmonischen arbeitet. Messungen ergeben, dass die erste Harmonische ca. 80%, die zweite ca. 65 % und die dritte ca. 35 % der Grundwelle betragen.

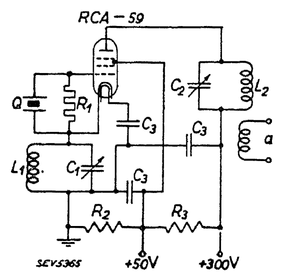


Fig. 9.

Schema eines Oszillators für 3500-kHz-Quarzfrequenz.

Q Quarz 3500 kHz. Die Penthode ist als Tetrode geschaltet. Der Anodenkreis ist auf die doppelte Quarzfrequenz abgestimmt.
$R_1 = 100\,000\ \Omega$, $R_2 = 10\,000\ \Omega$, $R_3 = 10\,000\ \Omega$, $C_1 = 250$ pF, $C_2 = 75$ pF, $C_3 = 0{,}01\ \mu$F, $L_1 = 20\ \mu$H, $L_2 = 15\ \mu$H.

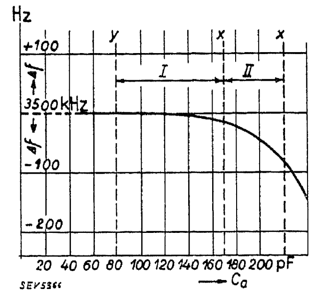


Fig. 10.

Abhängigkeit der Quarzfrequenz (Δf) von der Anodenlast (*Ca*).

Sollfrequenz = 3500 kHz.

xx stabiles Schwinggebiet für normalen Oszillator.

xy stabiles Schwinggebiet für den beschriebenen Oszillator.

Die Schaltung zeigt gegenüber gewöhnlichen Oszillatoren mit induktiver Anodenlast weitere wesentliche Vorteile. Die Anordnung ist weitgehend selbst stabilisiert. Zeichnet man das Arbeitsdiagramm nach Fig. 10, so sind darin zwei charakteristische Gebiete ersichtlich. Der gewöhnliche Oszillator mit schwach induktiver Anodenlast arbeitet in der Gegend XX am besten. Das heisst aber, dass die Quarzfrequenz stark lastabhängig ist. Eine Verstimmung des Anodenkreises um nur wenige %, was durch thermische Einflüsse leicht möglich ist, hat eine Frequenzvariation zur Folge. Die angegebene Schaltung arbeitet aber gerade im Gebiete XY sehr stabil. Selbst eine starke Verstimmung des Anodenkreises hat nur minimalen Einfluss auf die Quarzfrequenz.

Das Harmonischenspektrum der Anordnung zeigt, dass selbst die 140. Harmonische eines 100 kHz-Kristalles zur Steuerung eines 14 MHz-Senders Verwendung finden kann.

2. *Quarzgesteuerte Frequenzvervierfachung.*

Handelt es sich darum, bereits in der Quarzstufe relativ grosse Energien zu erzielen, so kann die Schaltung nach Fig. 11 mit Vorteil angewandt werden. Mit dieser Anordnung kann man mit einem 14 MHz-Kristall leicht 1 Watt Hochfrequenzenergie bei 56 MHz erzeugen. Die prinzipielle Wirkungsweise der Schaltung ist an Hand der Fig. 11 sehr leicht zu übersehen. Die erste Triode arbeitet als normaler Quarzoszillator, wobei wiederum ein AT-Quarz Verwendung findet. Der Anodenkreis ist auf die Quarzfrequenz abgestimmt und erzeugt sehr starke Schwingungen. Diese werden an das Gitter des zweiten Triodensystems gebracht und erzeugen dort eine starke negative Vorspannung bei starken positiven Spitzen. Der Anodenkreis dieser Triode ist auf die 3. Harmonische abgestimmt. Die Frequenzstabilität bezüglich Anodenrückwirkung ist nicht so gut wie in der unter Abschnitt 1 beschriebenen Schaltung, da innerhalb des Triodensystems eine wirksame statische Abschirmung fehlt.

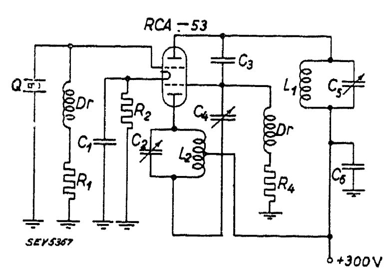


Fig. 11.

Quarzgesteuerter Frequenzvervierfacher.

Q Quarz, 14 MHz; *Dr* Hochfrequenzdrosselspule; $R_1 = 50\,000\ \Omega$; $R_2 = 500\ \Omega$; $R_4 = 12\,000\ \Omega$; $C_1 = 0{,}01\ \mu$F; $C_2 = 50$ pF; $C_3 = 100$ pF; $C_4 = 25$ pF; $C_5 = 100$ pF; $C_6 = 0{,}01\ \mu$F; $L_1 \cdot C_5$ abgestimmt auf 14 MHz (Kristallfrequenz). $L_2\ C_2$ abgestimmt auf 56 MHz (Sendefrequenz).

3. *Quarzgesteuerte Frequenzverachtfachung mit separater Stufe.*

Fig. 12 zeigt die Schaltung einer in letzter Zeit mit Erfolg angewandten Anordnung, die beträchtliche Leistungen, bis hinauf zu 60 MHz, abgeben kann. Die dabei erzielte Frequenzkonstanz in Abhängigkeit der Temperatur und der Anodenlast ist hierbei sehr gross.

Ein Tetrodenoszillator in der bereits beschriebenen Schaltung arbeitet beispielsweise mit einer Quarzfrequenz von 7 MHz. Sein Anodenschwingkreis ist auf die doppelte Frequenz abgestimmt und an den folgenden Verstärker, der zugleich als Vervierfacher arbeitet, angekoppelt. Das Triodensystem der parallel geschalteten Tetroden arbeitet als erster Verdoppler. Das Schirmgitter wirkt in diesem System als Anode und im Tetrodensystem als eigentliches Schirmgitter. Die Triode wird wiederum stark ausgesteuert und erzeugt ihrerseits eine starke Uebersteuerung des Tetrodensystems. Der Kathodenschwingkreis arbeitet auf der 3. Harmonischen und der Anodenkreis ist auf die 7. Harmonische abgestimmt, da die Tetrode als solche nochmals verdoppelt. Aus energetischen Gründen ist es zweckmässig, zwei Tetroden parallel zu schalten, da der innere Widerstand damit auf die Hälfte gebracht wird und eine bessere Anpassung der Last bei der relativ hohen Frequenz von 56 MHz möglich ist. Da das Schirmgitter des Tetrodensystems hochfrequenzmässig geerdet ist, wird ein äusserst wirksamer Schutz gegen Anodenrückwirkungen erzielt. Trioden und Tetrodenteil sind also vornehmlich elektronengekoppelt.

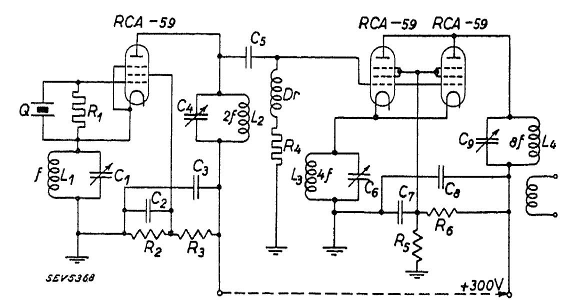


Fig. 12.

Quarzgesteuerter Frequenzverachtfacher.

Q Quarz 7 MHz; $R_1 = 100\,000\ \Omega$; $R_2 = 10\,000\ \Omega$; $R_3 = 10\,000\ \Omega$; $R_4 = 10\,000\ \Omega$; $R_5 = 30\,000\ \Omega$; $R_6 = 50\,000\ \Omega$; *Dr* Hochfrequenzdrosselspule; $C_1 = 100$ pF; $C_2 = 0{,}01\ \mu$F; $C_3 = 0{,}01\ \mu$F; $C_4 = 100$ pF; $C_5 = 100$ pF; $C_6 = 75$ pF; $C_7 = 0{,}01\ \mu$F; $C_8 = 0{,}01\ \mu$F; $C_9 = 50$ pF.

$L_1\ C_1$ abgestimmt auf 7 MHz; *f*
$L_2\ C_4$ » » 14 MHz; 2*f*
$L_3\ C_6$ » » 28 MHz; 4*f*
$L_4\ C_9$ » » 56 MHz; 8*f*

Die Schirmgitterspannung soll für grösste Leistungsausbeute auf 40 bis 50 Volt eingestellt werden. Die Anodenspannung kann 300 bis 350 Volt betragen. Der Gitterkomplex erzeugt bei der starken Aussteuerung eine negative Vorspannung von 150 bis 200 Volt. Diese ist naturgemäss von der Erregung abhängig. Die abgegebene Leistung beträgt bei 56 MHz ca. 6 Watt. Die zu erzielende Frequenzkonstanz ist dabei besser als $-25 \cdot 10^{-6}$ pro ° C. *A. Werdli.*

Literatur.

QST Jan. 1935, Dez. 1935.
Telefunken Ztg. März 1936.
Proc. Inst. Radio Engr. 1931.
Elektr. Nachr. Techn. Jan. 1935.
J. Inst. Electr. Engr. 1935.

Moderne Mehrgitterelektronenröhren.

621.385.5

Herr Dr. Strutt, von den Philipswerken, Eindhoven, hielt im Vortragszyklus der Physikalischen Gesellschaft Zürich für technische Physik den dritten Vortrag. Er führte den Zuhörer in anschaulicher und leichtfasslicher Weise von den Grundlagen der Verstärkerröhren zu deren modernsten Vertretern.

Ein sehr wichtiger Teil jeder Röhre ist die Kathode. Die Zusammensetzung ihrer emittierenden Schicht, ihre Nachbehandlung — das sogenannte Altern der Röhre — usw. bilden einen wichtigen Teil der physikalischen Chemie. So konnte die nötige Heizleistung bei indirekt geheizten Röhren zuerst von 4,4 W auf 2,6 W (A-Serie) und neuerdings auf 1,1 W (E-Serie) gebracht werden.

Wird in den Anodenstromkreis einer *Triode* eine genügend grosse Impedanz geschaltet, so kann die Anodenwechselspannung über die Gitterwechselspannung steigen, so dass dann die Röhre als Spannungsverstärker wirkt. Der Vortragende behandelte lediglich die Hochfrequenzverstärkung, obschon die Triode noch viele andere Anwendungen besitzt. Eine Hochfrequenzverstärkerstufe hat die Hauptelemente Gitterschwingungskreis, Verstärkerröhre, Anodenschwingungskreis. Die Spannungsverstärkung pro Stufe kann gesteigert werden einesteils durch eine möglichst grosse Steilheit. Durch Erhöhen der Heizleistung pro Kathode könnte die Steilheit der Empfängerröhren bis auf 6 mA/V gebracht werden. Da das Steuergitter, wiederum um eine grosse Steilheit zu erreichen, sehr eng um die Kathode gewickelt wird, bedingt die grosse Heizleistung eine starke Gittererwärmung und deshalb Gitteremission. Damit entsteht aber trotz negativer Gittervorspannung eine Wattkomponente des Gitterstromes und so eine Dämpfung des Eingangskreises. Diese Dämpfung setzt sowohl die Selektivität als auch die Verstärkung herunter und ist deshalb sehr unerwünscht. Aus diesem Grunde wird bei den modernen Empfängerverstärkerröhren die Steilheit nicht über 2 bis 3 mA/V getrieben. Diese Steilheit lässt sich auch bei der Massenherstellung ohne unzulässig grosse Abweichungen der einzelnen Röhren untereinander erreichen.

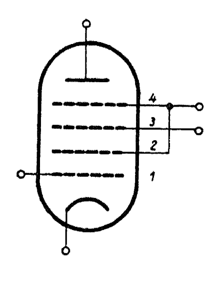
Der innere Röhrenwiderstand $R_i = \left(\frac{d u_a}{d i_a}\right)_{e_g = \text{konst.}}$ liegt parallel dem Anodenschwingungskreis. Da R_i für die meisten in Betracht kommenden Frequenzen rein ohmisch ist, wird der Anodenkreis um so mehr gedämpft, und damit die Selektivität sowohl als auch die Verstärkung verschlechtert, je kleiner R_i im Verhältnis zum Resonanzwiderstand des Anodenkreises ist. Bei der Triode kann R_i nur bis 100 000 Ω gebracht werden, ohne dass die Anode zu grosse geometrische Dimensionen annimmt. Ein weiterer, weitaus schwerer wiegender Nachteil der Triode ist aber die Kapazität zwischen Gitter und Anode. Sie bildet in Reihe mit der Gitterkreisimpedanz einen Spannungsteiler, der an der verstärkten Anodenwechselspannung liegt. Ein Teil der verstärkten Spannung gelangt also wieder auf das Gitter, so dass bei richtiger Grösse und Phase dieser Rückwirkung Selbsterregung der Stufe eintritt. Damit ist sie aber zur Verstärkung unbrauchbar geworden. Um die Rückwirkung zu vermindern, muss die Impedanz zwischen Gitter und Anode erhöht, d. h. die Gitteranodenkapazität verkleinert werden. Durch den Einbau eines Faradaykäfigs, des auf konstantem Potential gehaltenen Schirmgitters, kann sie von 2 bis 3 $\mu\mu$F bei der Triode auf 0,01 $\mu\mu$F bis 0,001 $\mu\mu$F bei der *Schirmgitterröhre* heruntergebracht werden. Unter 0,001 $\mu\mu$F herunterzukommen, ist bei der Serienfabrikation schwierig. Da aber durch das Schirmgitter auch der Einfluss der Anodenspannung auf den Anodenstrom stark vermindert wird, steigt R_i an und erreicht bei Schirmgitterröhren bis 0,7 MΩ. Ein grosser Nachteil der Schirmgitterröhre liegt im starken Absinken des Anodenstromes, sobald die Anodenspannung kleiner wird als die Schirmgitterspannung. Diese Erscheinung wird unterdrückt durch den Einbau eines dritten Gitters vor die Anode, das an die Kathode angeschlossen ist. So entsteht die *Pentode*. Zum Erreichen dieses Zweckes genügt ein weitmaschiges Gitter, während das Schirmgitter engmaschig sein muss. Da die Einwirkung der Anodenspannung auf den Anodenstrom bei der Pentode durch zwei Gitter konstanten Potentials vermindert wird, steigt R_i bis 2 MΩ. Man erreicht mit normalen Hochfrequenzpentoden in Serienempfängern Stufenverstärkungen bis 300 bei einer Wellenlänge von 200 m.

Das Problem der Verstärkerregelung wurde mit wachsender Senderstärke immer wichtiger. Die eleganteste Lösung, die zugleich die Anwendung des automatischen Fadingausgleichs erlaubt, bietet die *Exponentialröhre*. Durch Verändern der Steuergittervorspannung zwischen —2 und —50 V kann die Steilheit auf den tausendsten Teil heruntergesetzt werden. Man erreicht dies durch ein Steuergitter mit veränderlicher Maschenweite. Die maximale negative Vorspannung von —50 V ist dabei durch die Anforderungen des Apparatebaues gegeben.

Der Wunsch nach einer noch grösseren Regelbarkeit der Verstärkung pro Stufe führt zur *Regelhexode*, d. h. zu einer Röhre mit vier Gittern. Für normale Betriebsspannungen, z. B. $U_a = 250$ V, $U_{g2} = U_{g4} = 80$ V, $U_{g1} = U_{g3} = -2$ V ist die Steilheit

$$S = \left(\frac{\partial i_a}{\partial u_{g1}}\right)_{u_a = \text{konst.},\ u_2 = u_4\ \text{konst.}} = 2\ \text{mA/V}$$

Für $U_{g1} = U_{g3} = -20$ V wird $S = 0{,}002$ mA/V. Die ankommenden Schwingungen werden dem Gitter 1 aufgedrückt, das Gitter 3 bekommt nur die Regelvorspannung mit 1 zusammen. Man sieht also, dass eine Steilheitsänderung auf ein Tausendstel des grössten Wertes durch eine negative Gittervorspannung von nur —20 V, gegenüber —50 V bei der Exponentialröhre, erreicht wird. Die Form der Charakteristik $i_a = f\,(u_{g1} = u_{g3})$ für $u_a =$ konst., $u_2 = u_4 =$ konst. ist aber ungünstiger als diejenige der Exponentialröhre. Da ausserdem zwischen Schirmgitter 4 und Anode auch das Fanggitter fehlt, weist die Hexode die gleichen Fehler auf wie die gewöhnliche Schirmgitterröhre. Baut man das fehlende Fangnetz noch ein, so gelangt man zur *Heptode*.



SEV5497

Fig. 1.
Regelhexode

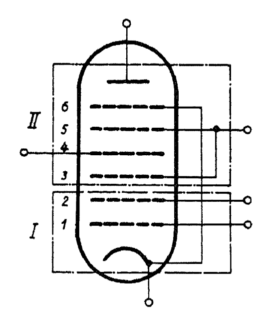


Fig. 2.
Oktode

Die Hexode kann das Ueberlagern im Superheterodynempfänger besonders gut besorgen, indem die ankommenden Schwingungen auf das Gitter 1, die Oszillatorschwingung auf das Gitter 3 gegeben wird. Oszillator- und Eingangskreis werden dabei durch das Schirmgitter 2 voneinander getrennt. Als Oszillator ist natürlich eine besondere Triode nötig.

Der Wunsch, sich einerseits die Oszillatortriode zu sparen, anderseits den Vorteil der Heptode über die Hexode — keine starke Abnahme des Anodenstromes für $u_a < u_4$, grösseres R_i — zu gewinnen, führt zur *Oktode*, die eigentlich eine Hintereinanderschaltung einer Triode und einer Pentode ist. Man nennt diese Art Röhren daher auch Kaskadenröhren. Die Gitter 3 und 5 dienen als Schirmgitter, das Gitter 6 als Fangnetz. An das Gitter 4 wird das ankommende Signal gelegt. Der von der Linie II umrandete Teil arbeitet wie eine Pentode, falls man daran denkt, dass die durch das Gitter 3 hindurchtretenden Elektronen ebensogut von einer Kathode herrühren könnten, die zwischen 3 und 4 liegt. Der von I umrandete Teil wird als Triodenoszillator geschaltet, wobei das Gitter 1 als Steuergitter, das Gitter 2 als Anode wirkt.

Die Steilheit $S_1 = \left(\frac{\partial i_a}{\partial u_{g1}}\right)$ für $u_a =$ konst., $u_{g5} = u_{g3} =$ konst., $u_{g4} =$ konst., $u_{g2} =$ konst. ist dabei eine Funktion von u_{g4}, d. h. $S_1 = f\,(u_{g4}) = A + B \cdot u_{g4} + C \cdot u_{g4}^2 + \ldots$ Die Kon-

stante B wird Konversionssteilheit (Conversionconductance) genannt.

Für genügend kleine Amplituden darf nun

$$\mathfrak{i}_a = S_1 \cdot \mathfrak{u}_{g1} = (A + B \cdot u_{g4} + C \cdot u_{g4}^2 + \cdots)\ \mathfrak{u}_{g1}$$

gesetzt werden. Ist

$$\mathfrak{u}_{g1} = \mathfrak{U}_{g1} \cdot \sin\ (\omega_1\, t),\ u_{g4} = U_{g4} + \mathfrak{U}_{g4} \cdot \sin\ (\omega_4\, t),$$

so sieht man, dass im Ausdruck für $\mathfrak{i}_a$ neben vielen andern Gliedern auch ein Glied

$$B \cdot \mathfrak{U}_{g4} \sin\ (\omega_4\, t) \cdot \mathfrak{U}_{g1} \sin\ (\omega_1\, t)$$

vorkommt. In diesem Glied ist der Ausdruck

$$1/2 \cdot B \cdot \mathfrak{U}_{g4} \cdot \mathfrak{U}_{g1} \cdot \cos\,[(\omega_4 - \omega_1)t] = K \cdot \cos\,[(\omega_4 - \omega_1)t]$$

als Summand enthalten. K ist dabei proportional B, d. h. proportional der Konversionssteilheit. Wird in den Anodenkreis ein auf die Frequenz $\omega_4 - \omega_1$ abgestimmter Schwingungskreis gelegt, so wird nur diese Frequenz verstärkt. Im Anodenkreis tritt also eine Spannung auf, deren Frequenz gleich der Differenz der Frequenzen des ankommenden Signals und des Oszillators ist, d. h. die Oktode wirkt zugleich als Mischröhre und als Oszillator.

R_i steigt durch das Fangnetz bis 1,5 MΩ; die Konversionssteilheit konnte bis auf 0,7 mA/V gebracht werden. Wird das Gitter 4 mit veränderlicher Maschenweite gewickelt, so dient die Röhre auch zur Lautstärkenregelung durch Aenderung von U_{g4}.

Abschliessend wies der Referent noch auf zwei Eigentümlichkeiten der Oktode hin. Die eine, Induktionseffekt genannt, äussert sich durch ein Rauschen im Empfänger. Diese Störung ist bei einer Empfangswellenlänge von 200 m kaum merklich, bei einer solchen von 10 m jedoch sehr stark. Ihre Ursache ist folgende: Die aus der Kathode herausfliegenden Elektronen gelangen je nach der Grösse ihrer Austrittsgeschwindigkeit verschieden tief in die Raumladungswolke hinein, die zwischen den Gittern 3 und 4 vorhanden ist. Die Ladung dieser Wolke schwankt also zeitlich unregelmässig. Die Ladung auf der Anode muss sich daher zeitlich ebenfalls ändern, d. h. die Anodenspannung schwankt. Der Anodenkreis wird so unregelmässig zu Schwingungen angeregt, die nach der Verstärkung das Rauschen im Lautsprecher ergeben.

Die andere Eigentümlichkeit zeigt sich bei folgendem Versuch: Das Steuergitter 1 und die Kathode seien durch einen Kondensator von 1000 μμF verbunden, die Vorspannung betrage $U_{g1} = -2$ V. An das Steuergitter 4 wird eine Wechselspannung der Frequenz 15 bis 20 MHz gelegt. Trotz der negativen Vorspannung des Gitters 1 tritt hier ein Gittergleichstrom $I_{g1} \sim 50$ μA auf. Für diese Erscheinung, die sich nur bei hohen Frequenzen zeigt, scheint die Laufzeit der Elektronen eine Rolle zu spielen. Ist nämlich das Gitter 4 für einen Augenblick positiv, so werden die Elektronen gegen die Gitter 3 und 5 hin beschleunigt. Bevor sie sie aber erreichen, kehrt 4 seine Spannung wieder, so dass sie nun zum Gitter 1 getrieben werden. *H. W.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Statistik des Verkaufes elektrischer Wärmeapparate in der Schweiz im Jahre 1935 [1]).

31 : 621.364.5(494)

Die vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband seit einer Reihe von Jahren durchgeführte Statistik des Verkaufs elektrischer Wärmeapparate für den Haushalt ergibt für das Jahr 1935 die in Tabelle I aufgeführten Zahlen. Die Erhebung stützt sich auf Angaben der Fabrikanten elektrothermischer Apparate und umfasst nur Apparate, die in der Schweiz verkauft wurden, also nicht den Export. An der Erhebung beteiligten sich 29 Fabrikanten.

Zahl und Anschlusswert der 1934 und 1935 in der Schweiz verkauften elektrothermischen Apparate.

Tabelle I.

Apparategattung	Zahl		Anschlusswert in kW	
	1934	1935	1934	1935
Kochherde mit Backofen	10 825	9 529	64 223	59 476
Réchauds (Kochplatten) ohne Ersatzkochplatten . . .	2 905	2 583	6 256	5 349
Schnellkocher, Tee- u. Kaffeemaschinen	11 028	11 111	3 605	3 816
Brotröster	1 571	1 469	763	726
Bügeleisen	46 256	43 219	20 188	18 736
Heizöfen aller Art .	4 394	4 334	7 896	6 820
Strahler	6 596	5 547	5 916	4 990
Heisswasserspeicher .	13 892	10 084	14 429	10 690
Patisserie- und Backöfen	100	58	1 437	956
Kochkessel (inklus. Waschherde) . . .	402	360	3 085	2 608
Wärme- u. Trockenschränke	199	155	811	516
Futterkocher . . .	109	50	257	114
Diverse Apparate: Hausbacköfen, Grills, Bratpfannen, Autokühlerwärmer u. a.	20 887	21 622	16 242	12 144
Total	119 164	110 121	145 108	126 941

[1]) Pro 1934 siehe Bull. SEV 1935, Nr. 18, S. 518.

Die Statistik zeigt, dass auch das Jahr 1935 immer noch im Zeichen der Depression stand. Die Gesamtzahl der verkauften Apparate ging gegenüber 1934 um rund 9000 Stück zurück. Am Rückgang sind besonders die Kochherde mit Backöfen, die Bügeleisen, die Strahler, namentlich aber die Heisswasserspeicher beteiligt, die um beinahe 4000 Stück zurückgegangen sind. Die Hauptursache liegt offenbar im Rückgang der Bautätigkeit.

Das Jahr 1936, in dem sich der starke Rückgang der Bautätigkeit noch mehr geltend macht, wird sehr wahrscheinlich eine weitere rückläufige Bewegung im Verkauf elektrischer Wärmeapparate zeigen. *Härry.*

Die Ausstattung der im Jahre 1935 in schweizerischen Städten erstellten Wohnungen.

621.34 : 64(494)

Das Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit hat auch für das Jahr 1935 eine Erhebung über die Ausstattung der Neubauwohnungen in den grösseren schweizerischen Städten durchgeführt, worüber in der Zeitschrift «Die Volkswirtschaft», 5. Heft, Mai 1936, berichtet wird. Wir geben die Zahlen wieder, die sich auf die Ausstattung mit Kochherden und die Heisswasserversorgung beziehen und verweisen auf Bull. SEV 1935, Nr. 18, S. 517, wo die Zahlen für 1934 veröffentlicht worden sind.

Wie dem amtlichen Bericht zu entnehmen ist, erstreckte sich die Erhebung wie im Vorjahr auf 26 Städte. Die Gesamtzahl der erfassten Neubauwohnungen beträgt 6459. Wie im Vorjahr konnten auch diesmal für einzelne Städte die Angaben nur für einen Teil der erfragten Zubehör erhältlich gemacht werden [1]).

Der amtliche Bericht schreibt zu diesen Zahlen: Das Gesamtbild der Ausstattung der Neubau-Wohnungen hat sich von 1934 auf 1935 nicht wesentlich verändert. So blieb hinsichtlich der Kücheneinrichtung das Verhältnis zwischen Gas- und elektrischen Kochherden im Total der erfassten Städte annähernd gleich, mit Gaskochherden sind rund ¾ und mit elektrischen Herden rund ¼ aller Neubauwohnungen ausgerüstet. Auch der Anteil der mit Warmwasserversorgung versehenen Wohnungen entspricht mit rund 9/10 der Gesamtzahl annähernd dem letztjährigen. Auch in der Gliederung der Neubauwohnungen nach der Zimmerzahl zeigen

(Fortsetzung S. 374.)

[1]) Für Basel und Genf fehlen Angaben über Kochherde und Heisswasserversorgung.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	E. K. Z. Zürich		C. K. W. Luzern		E. W. Altdorf		E. W. Schwyz	
	1934/35	1933/34	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie . kWh	**31 032 400**	28 721 200	**74 287 510**	65 232 890	**44 040 670**	41 963 730	**18 782 490**	18 217 476
2. Achat d'énergie . . . kWh	**163 385 913**	165 043 974	**35 146 645**	44 862 850	**1 992 600**	2 182 625	**3 279 600**	4 289 950
3. Energie distribuée . . kWh	**?**	?	**109 434 155**	110 095 740	**46 033 270**	44 146 355	**22 062 090**	22 507 462
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	**?**	?	**— 0,5**		**+ 4,2**		**— 2,2**	
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	**?**	?	**27 813 290**	21 870 610	**5 493 000**	3 822 000	—	—
11. Charge maximum . . kW	**43 200**	44 000	**29 100**	28 650	**9 670**	9 460	**3 920**	4 030
12. Puissance installée totale kW	**438 490**	418 678	**98 433**	102 000	**31 533**	29 546	**29 131**	28 267
13. Lampes . . . . . . { nombre	**1 248 484**	1 218 496	**287 505**	279 000	**47 968**	46 435	**80 628**	78 979
{ kW	**57 643**	55 700	**7 492**	7 266	**1 699**	1 636	**2 525**	2 454
14. Cuisinières . . . . . { nombre	**12 188**	11 280	**7 920**	7 011	**1 652**	1 550	**1 238**	1 165
{ kW	**55 877**	50 657	**30 193**	26 356	**6 460**	5 860	**6 916**	6 529
15. Chauffe-eau . . . . { nombre	**9 991**	9 238	**3 108**	2 508	**710**	672	**926**	865
{ kW	**10 657**	9 729	**2 986**	2 315	**964**	955	**1 610**	1 583
16. Moteurs industriels . { nombre	**45 984**	44 522	**12 306**	11 750	**1 094**	1 000	**2 582**	2 405
{ kW	**170 107**	166 732	**33 025**	31 900	**3 585**	3 384	**6 076**	5 858
17. Installations de chauff. { nombre	**12 676**	12 134	**4 885**	4 776	**1 280**	1 246	**1 915**	1 881
{ kW	**19 137**	18 706	**7 214**	6 918	**2 715**	2 675	**3 978**	3 925
21. Nombre d'abonnements . . .	**109 155**	106 301	**42 240**	41 000	**3 547**	3 500	**10 600**	10 000
22. Recette moyenne par kWh cts.	**6,01**	6,27	/	/	/	/	/	/
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	**20 000 000**	20 000 000	**3 000 000**	3 000 000	**900 000**	900 000
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	**21 000 000**	21 000 000	**2 000 000**	3 000 000	**1 000 000**	1 000 000
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	**19 500 000**	21 500 000	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	**13 401 856**	14 023 591	**37 280 000**	37 765 000	**5 011 000**	5 230 000	**2 491 003**	2 588 000
36. Portefeuille et participat. »	**10 540 500**	10 539 000	**5 484 099**	5 484 099	**470 890**	470 890	**1**	1
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	**11 713 036**	12 210 254	**5 484 417**	5 803 114	**1 052 648**	1 121 325	**665 000**	720 000
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	**596 836**	606 211	**342 071**	325 090	**53 228**	47 940	**2 389**	2 562
43. Autres recettes . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
44. Intérêts débiteurs . . . . »	**951 597**	1 016 867	**1 104 437**	1 138 011	**127 518**	158 875	**51 650**	52 349
45. Charges fiscales . . . . »	**45 162**	45 162	**735 417**	640 977	**89 807**	90 622	**56 869**	46 273
46. Frais d'administration . . »	**1 385 614**	1 510 306	**241 120**	252 241	**70 461**	70 969	**73 354**	71 035
47. Frais d'exploitation . . . »	**3 049 576**	2 896 596	**980 277**	948 950	**300 683**	295 310	**260 387**	268 227
48. Achats d'énergie . . . . »	**5 379 638**	5 736 579	—	—	—	—	—	—
49. Amortissements et réserves »	**1 510 000**	1 605 000	**1 251 450**	1 254 584	**359 099**	356 716	**123 909**	126 737
50. Dividende . . . . . . »	—	—	**1 276 000**	1 400 000	**159 600**	180 000	**57 447**	63 000
51. En % . . . . %	—	—	**6,38**	7	**5,32**	6	**6,38**	7
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	/	/	**?**	?	**?**	?	**?**	?
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	/	/	**?**	?	**?**	?	**?**	?
63. Valeur comptable . . . . »	/	/	**?**	?	**?**	?	**?**	?
64. Soit en % des investissements	/	/	**?**	?	**?**	?	**?**	?

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	— 103	— 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	— 10	104,4	119,2
Mai	368,7		0,2		9,0		—		377,9			318		+ 67		122,4	
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+ 137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Avril .	**2496,7**	**2715,2**	8,6	7,1	16,1	19,8	13,6	4,2	**2535,0**	**2746,3**	+ 8,3					673,8	812,7

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		Différence par rapport à l'année précédente[5])
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1 (6,1)	21,1 (3,2)	23,1 (23,1)	35,6 (35,6)	17,7	16,8	52,4 (9,3)	44,2 (1,9)	214,8	216,6	253,3 (38,5)	257,3 (40,7)	+ 1,6
Mai	94,3		46,0		21,2		23,6		17,3		53,1		215,4		255,5		
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**2125,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Avril .	764,7	762,7	330,4	312,5	124,7 (27,5)	134,8 (29,2)	122,4 (122,4)	228,3 (228,3)	155,1	150,5	363,9 (31,9)	344,8 (12,4)	**1679,4**	**1663,7**	**1861,2** (181,8)	**1933,6** (269,9)	+ 3,9 (+ 48,4)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

[2]) Chaudières à électrodes.

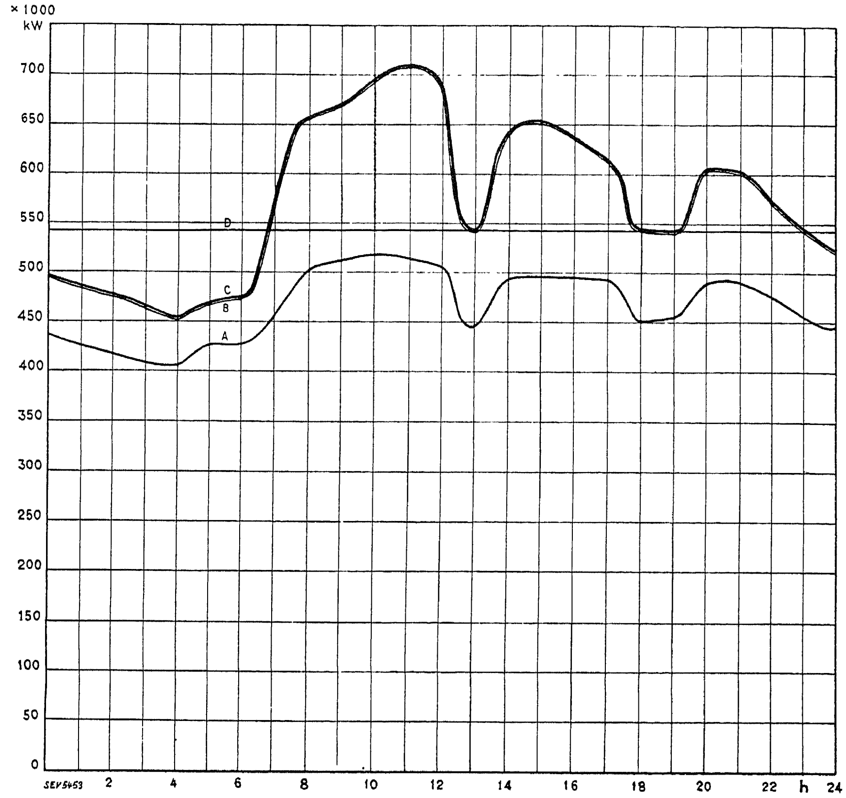
[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

[6]) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 15 avril 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	542
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1197

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

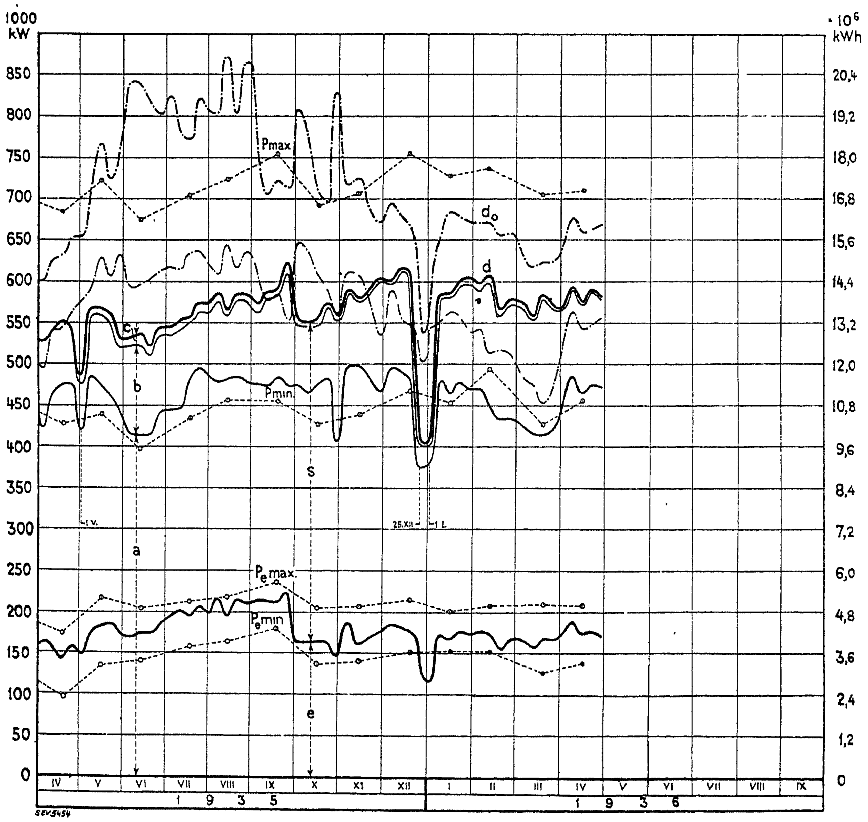
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,1
Usines à accumulation saisonnière	2,6
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 15 avril 1936	13,7
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 15 avril 1936	13,8
Production, samedi le 18 avril 1936	12,8
Production, dimanche le 19 avril 1936	9,4

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à avril 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Ausstattung der im Jahre 1935 erstellten Wohnungen nach Städten.

Tabelle I.

Städte	von 100 erfassten Wohnungen haben					
	Kochherde			Heisswasserversorg.		
	Gas	Elektr.	Andere	Gas**)	Elektr.*)	Andere
Zürich, neues Stadtgebiet	70,0	29,9	0,1	34,8	29,0	26,7
Bern	55,5	44,4	0,1	17,0	52,0	25,1
Lausanne	—	—	—	5,4	—	94,6
St. Gallen	97,7	2,3	—	63,6	9,1	17,1
Winterthur (Aggl.)	99,3	0,7	—	—	46,4	—
Luzern	97,7	2,3	—	33,0	31,6	6,1
Biel	95,3	4,7	—	40,6	46,9	—
Neuenburg	46,7	52,7	0,6	18,3	3,0	75,3
Freiburg	—	—	—	17,5	7,0	75,5
Thun	98,5	1,5	—	16,9	40,0	6,2
Chur	94,4	—	5,6	—	92,6	5,5
Lugano	77,6	22,4	—	31,6	63,1	—
Olten	53,2	45,5	1,3	5,2	92,2	2,6
Köniz	68,4	20,0	11,6	—	82,1	—
Total 16 Städte	72,3	27,2	0,5	25,0	32,7	34,7
Uebrige 10 Städte	69,3	23,5	7,8	19,6	55,3	12,8
26 Städte 1935	72,2	27,0	0,9	24,8	33,6	33,8
Total 26 Städte 1934	72,4	26,3	1,4	17,2	30,7	42,8
26 Städte 1933	74,5	24,5	—	—	—	74,9*)

*) Ueberhaupt.
**) Gas-Warmwasserbereiter, ohne Gasbadeöfen.

Ausstattung der im Jahre 1935 erstellten Wohnungen nach Zimmerzahl.

Tabelle II.

Zimmerzahl der Wohnungen	von 100 erfassten Wohnungen haben					
	Kochherd			Heisswasserversorgung		
	Gas	Elektr.	Andere	Gas	Elektr.	Andere
1	64,6	35,4	0,0	19,6	17,3	61,2
2	66,8	33,0	0,2	24,0	33,1	38,2
3	76,3	22,9	0,8	28,3	31,0	30,3
4	77,4	21,7	0,9	23,8	34,4	26,9
5	68,3	28,7	3,0	16,9	55,0	20,3
6 und mehr	68,6	28,8	3,2	24,2	49,1	25,3
Total	72,2	27,0	0,9	24,8	33,6	33,8

sich für das Berichtsjahr ähnliche Ergebnisse wie im Vorjahr. Hinsichtlich der Kochgelegenheiten überwiegen in allen Grössenklassen die Gaskochherde. Die Warmwasserversorgung hat die stärkste Verbreitung bei den Klein- und Grosswohnungen, wobei mit Ausnahme der Einzimmerwohnungen durchwegs die elektrischen Heisswasserspeicher in der Mehrzahl sind. *Härry.*

Zweckmässige Tarifpolitik führt zu vermehrtem Erfolg.

621.317.8 : 659

Ich glaube, es wird viele Kollegen interessieren, wenn auch einmal ein Betriebsleiter einer kleineren Elektrizitätsversorgung mit seiner langjährigen Erfahrung im Tarifwesen zu Worte kommt. Es handelt sich um ein Versorgungsgebiet einer Ortschaft mit ca. 3000 Einwohnern, welche innert zehn Jahren keine grossen baulichen Veränderungen aufweist und eine vielseitige Kleinindustrie besitzt, die heute noch verhältnismässig gut beschäftigt ist.

Allgemeines.

Von Anfang an waren wir bestrebt, die Tarife so einfach wie möglich zu gestalten und die Anschlussbedingungen stark zu erleichtern, so dass es auch dem Kleingewerbetreibenden und dem Landwirt ermöglicht wurde, die Elektrizität in seinem Gewerbe mit Vorteil anzuwenden. Die Anschlüsse wurden von der Elektrizitätsversorgung (EV) von Anfang an zur Hälfte bis zu ¾ der Kosten übernommen, mit der einzigen Bedingung, mindestens für Fr. 20.— elektrische Energie pro Anschluss und Jahr zu konsumieren. Weitere Bedingungen, wie Mindestgebühr oder Konsumgarantien pro P. S. oder kW, wurden nicht gestellt.

Licht.

Hier haben wir grundsätzlich am Einfachtarif festgehalten und für Kleinapparate, wie Bügeleisen, Staubsauger, Kühlschränke, Radio usw., den sog. Anzapfzähler eingeführt. Dies bedingt zwar eine separate Leitung vom Zähler bis zum Verbraucher; dafür fällt aber für *alle Zeit* die lästige Gebühr für Doppeltarifzähler und Schaltuhr weg, was für den Abonnenten wesentlich ist. Der EV erspart diese erheblichen Anschaffungs- und Unterhaltskosten. Ferner fallen die vielfach vorkommenden Reklamationen wegen Stehenbleibens der Schaltuhr, bzw. des Zählers im Hochtarif weg. Den Einwand, dass die durch die Anzapfung gehende Elektrizität statistisch nicht erfasst werden kann, spielt für eine EV eine untergeordnete Rolle im Vergleich zu den eminenten Vorteilen, welche der Anzapfzähler beiden Teilen bietet. Aengstlichen Betriebsleitern steht zudem die Möglichkeit offen, den Anzapfstromkreis am Zähler sperrbar anzuordnen, so dass während der Beleuchtungszeit nicht gebügelt werden kann, also Spitzenbrechung, was wir jedoch im Interesse des vermehrten Absatzes nicht machen. Der höchste Lichtenergiepreis beträgt 40 Rp./kWh (bei Selbstkassierern). Für grössere Lichtabonnenten haben wir einen gestaffelten Umsatzrabatt eingeführt, welcher von 300 kWh an von 3 bis 12 % geht. Im Anzapfstrompreis kostet die Energie 25 Rp./kWh (automatisch verrechnet).

Nachtenergie für Heisswasserbereitung.

Die EV hat seit zehn Jahren für den gesamten Energieverbrauch (Zentralstation) einen Maxigraphen eingebaut, der die viertelstündlichen Mittelbelastungen graphisch festhält. Aus diesen Aufzeichnungen war ersichtlich, dass während der Nacht sozusagen kein Verbrauch stattfand. Dieser Umstand veranlasste uns, stark Propaganda für Nachtenergieverbraucher, besonders Heisswasserspeicher, zu machen. Um auch hier keinen Doppeltarifzähler einbauen zu müssen und um den Abonnenten die Sache möglichst billig und bequem zu machen, wurden in jenen Fällen, wo sich mehrere oder grosse Heisswasserspeicher im Hause befanden, ein gemeinsamer Sperrschalter eingebaut, welcher die Energie nur nachts und über den Mittag freigibt. In Häusern, wo nur ein kleiner Küchenspeicher in Frage kommt, wird die Energie für diesen pauschal abgegeben, jedoch mit kleinem Anschlusswert (ca. ⅓ der normalen Heisswasserspeicher). Die Speicher werden von der EV seit Jahren stark subventioniert, was uns einen guten Erfolg brachte. Wir konnten dadurch unsern Einkaufspreis günstig beeinflussen, so dass das Hauptgeschäft indirekt erzielt wird. Die Nachtenergie wird das ganze Jahr zu 4 Rp./kWh abgegeben. Der 30-Liter-Speicher kostet pauschal Fr. 4.— und der 50-Liter-Apparat Fr. 6.— pro Monat. Wo Kachelöfen oder Zentralheizungsspeicher im Winter im Betriebe sind, werden die elektrischen Pauschalspeicher plombiert, so dass über den Winter nichts bezahlt werden muss.

Koch- und Heizenergie.

Unser Verteilungsgebiet ist durchwegs mit Gas versorgt; es können keine besonderen Anstrengungen gemacht werden, die elektrische Küche weitgehend einzuführen. Immerhin sind dennoch ca. zehn elektrische Herde angeschlossen, welche sich grosser Beliebtheit erfreuen, besonders wegen des saubern und wirtschaftlichen Betriebes. Für die elektrischen Heizöfen wurde von Anfang an *keine* Propaganda gemacht; wir empfahlen sie nur für die Uebergangszeit (Frühling und Herbst). Die Heizöfen werden nur am Anzapf- oder am Doppeltarifzähler zugelassen, wobei der Hochtarif (Hauptbeleuchtungszeit) nur für die Monate November-Februar in Betracht fällt, also für die Uebergangsheizung frei ist. Der Hochtarif für Oefen beträgt 25 und der Niedertarif 10 bis 7 Rp./kWh; dafür werden weder Grundtaxe noch Mindestkonsum verlangt. Die Kochenergie wird im Einfach-

tarif zu 7 und mit Heisswasserspeicher im Doppeltarif zu 7 und 4 Rp./kWh abgegeben.

Energie für motorische Zwecke.

Der «Kraftstrom» wird bei uns in drei Kategorien eingeteilt, und zwar für Landwirtschafts- und Saisonmotoren, für Gewerbemotoren und für Industriemotoren.

Landwirtschafts- und Saisonmotoren. Die landwirtschaftlichen Motoren haben durchwegs einen sehr kleinen Verbrauch, welcher zwischen 20 und 100 kWh/Jahr schwankt. Um nicht hart zu sein, gilt einzig die Bestimmung, dass pro Anschluss und Jahr mindestens für Fr. 20.— Elektrizität konsumiert werden muss oder nachzuzahlen ist. Ferner wurde noch die Erleichterung aufgenommen, dass, wenn die Motoren vom 15. November bis Ende Februar plombiert werden, von einer Nachzahlung für nicht verbrauchte Energie Umgang genommen wird. Der Preis beträgt 25 bis 16 Rp./kWh von 1 bis 500 kWh gestaffelt, ohne Grundtaxe.

Gewerbemotoren. Die gewerblichen Motoren haben einen höheren Konsum, aber meistens eine niedere Gebrauchsstundenzahl. Aus diesem Grunde haben wir hier vom Zweigliedtarif abgesehen und einen festen Staffeltarif eingeführt. Es ist bekannt, dass die Gewerbetreibenden eigentlich keinen Dauerbetrieb unterhalten und mit einem Zweigliedtarif, mit Grund- und Konsumtaxe in ein ungünstiges Preisverhältnis kommen. Bei Vermehrung der Motoren und anderer elektrischer Apparate steigt naturgemäss die Grundtaxe, sofern nicht ein Maximumzeiger montiert ist, der die effektive Belastung angibt. Diese Apparaturen sind jedoch für den Kleinbetrieb zu teuer; die hohe Miete, die dafür verlangt werden müsste, brächte den Ausgleich kaum. Jede Verteuerung der Energie wirkt aber negativ; der Handwerker sträubt sich vor neuen Anschaffungen und die EV hat letzten Endes das Nachsehen. Unser Staffelpreis fängt bei 500 kWh mit 16 Rp./kWh an und sinkt bis auf 10 Rp./kWh bei einem Verbrauch bis zu 10 000 kWh, und zwar gilt der erreichte Staffelpreis für alle kWh, also nicht etwa für die ersten soviel, weitere soviel usw., was einen Ansporn zu vermehrtem Verbrauch gibt. Für solche Abonnenten, welche eine gute Benützungsdauer aufweisen, wird ab 1000 Gebrauchsstunden für jede weiteren 100 Gebrauchsstunden ½ % Rabatt auf den gesamten Konsum gewährt. Wir haben Bezüger, welche bis zu 6 % kommen.

Industriemotoren. Die Industriemotoren sind in zwei Gruppen eingeteilt, in eine solche mit einem Verbrauch bis zu 25 000 kWh und in eine solche von über 25 000 kWh pro Jahr. Da unsere vielseitige Industrie mit der Konkurrenz anderer Orte zu rechnen hat, welche zum Teil eigene Kraftwerke besitzen, waren wir bestrebt, im Interesse der Prosperität unserer Industrie den Kraftstrompreis so tief als möglich zu halten. Die erste Gruppe bis zu 25 000 kWh hat einen Grundpreis, bzw. eine Grundtaxe von Fr. 15.— pro kW und einen Konsumpreis für die ersten 5000 kWh von 15 bis 8 Rp. und der Rest 7 Rp./kWh. Für die Grundtaxe gelten die Angaben eines stündlich registrierenden Maximumzeigers. Ueber den Sommer, d. h. April/September, ist das Maximum frei.

Die zweite Gruppe mit über 25 000 kWh hat eine Minimalkonsumgarantie von Fr. 1500.— pro Jahr zu leisten. Wird dieser Betrag nicht erreicht, so muss entweder nachbezahlt werden, oder es wird nach dem Tarif der ersten Gruppe verrechnet. Die Grundtaxe beträgt Fr. 27.— pro kW und der Konsumpreis 4,5 Rp./kWh. Für die Grundtaxe gelten ebenfalls die Angaben eines stündlich registrierenden Maximumzeigers. Diese Abonnenten werden jedoch verpflichtet, den Blindstrom selbst zu kompensieren, oder mit 1 Rp./kVarh unter $\cos \varphi = 0{,}8$ zu bezahlen. Dieser Tarif ist so tief gehalten, dass die Dieselkonkurrenz bis jetzt ausgeschaltet blieb.

Mess- und Schaltapparate.

Jeder Lichtabonnent hat Berechtigung auf einen Licht- oder Anzapfzähler ohne Gebühr, ebenso jeder Kraftabonnent auf einen einfachen Kraft- bzw. Motorenzähler. Für alle weiteren Zähler sowie Spezialzähler, Schaltuhren und Sperrschalter ist eine Gebühr zu bezahlen, welche ca. 8 % des Anschaffungswertes beträgt.

Schlussbetrachtung.

Wir haben feststellen können, dass durch loyale Tarifpolitik der Energieumsatz mächtig gesteigert werden konnte und die gefürchteten Mindereinnahmen durch günstigeren Einkauf beim Grosskraftwerk ausgeglichen wurden. Innert zehn Jahren konnten wir den Energieumsatz bei einem Maximum von 257 kW und einem Konsum von 585 000 kWh auf 1 310 000 bei 339 kW Maximum steigern, oder, in Gebrauchsstunden umgerechnet, die Benützungsdauer von 2380 auf 3870 Stunden verbessern. Es zeigt sich deutlich, dass die Spitzentheorie sich in der Praxis nicht so drastisch auswirkt, wie oft angenommen wird, steht doch laut unserer letzten Statistik einem Gesamtanschlusswert von 1972,7 kW nur eine Spitzenbelastung von 339 kW oder ca. 17 % des Totalanschlusses gegenüber. Es muss heute mehr denn je danach getrachtet werden, dem Abonnenten mehr Freizügigkeit zu bieten und nicht durch komplizierte oder schroffe Tarife den Konsum zu beeinträchtigen. Ebenso muss die Anschlussmöglichkeit noch mehr erleichtert und nicht durch engherzige Garantiebestimmungen, wie Mindestgebühr pro P. S. oder kW, erschwert werden. Viele Gaswerke stellen schon längst den Gasanschluss gratis her, ohne einen Mindestgasverbrauch pro Jahr zu fordern; dabei gewinnen sie jedesmal einen Abonnenten.

Parallel zu einer loyalen Tarifgestaltung muss auch der Ausbau des Verteilungsnetzes Schritt halten. Es darf nicht vorkommen, dass wegen zu schwacher Leitungsquerschnitte Abonnenten nicht oder schlecht bedient werden, denn bei den heutigen tiefen Kupferpreisen wäre dies geradezu unverantwortlich.

Ich hoffe, diese offenen Worte werden guten Boden finden und dazu beitragen, ein gesundes Verhältnis zwischen Energielieferanten und Energiekonsumenten zu schaffen.

J. Egli, Rheineck.

Miscellanea.

In memoriam.

Anthelme Boucher †. Le 21 avril dernier, au cimetière intime et mélancolique de Jouxtens près Lausanne, une assistance nombreuse et émue rendit les derniers honneurs à M. Anthelme Boucher, décédé dans sa villa de Prilly-Chasseur à l'âge de 80 ans.

Le Bulletin Technique de la Suisse Romande dans son numéro du 9 mai 1936 a déjà retracé pour ses lecteurs et d'une façon très complète la carrière de ce grand ingénieur.

Français d'origine, M. Boucher avait fait ses études à l'ancienne faculté technique de l'Académie de Lausanne, devenue ensuite l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. Grâce à son incessante activité, à ses hautes capacités d'homme d'affaires et de technicien, il fit très grand honneur à cette école et à son pays d'adoption, la Suisse, dont il était devenu un citoyen fidèle et dévoué.

Il n'est pas possible dans le cadre de cette notice biographique de rappeler tous les travaux qu'il exécuta et combien il contribua au développement de l'industrie hydroélectrique en Suisse et à l'étranger. Dans de nombreux pays d'Europe et même aux Etats-Unis on fit souvent appel à sa grande expérience et à sa science.

Il fut le grand champion des très hautes chutes et des accumulations hydrauliques en haute montagne. Il fut l'initiateur et le constructeur de très nombreux travaux dont nous donnons un extrait contenant les plus importants et les plus connus:

1889—1894: Construction des usines hydro-électriques et électrochimiques du Day, près Vallorbe (Vaud). (Société d'Electro-Chimie.)

1893—1894: Première usine de Saint-Michel-de-Maurienne (Savoie).

(Société d'Electro-Chimie.)
Usine hydro-électrique de Notre-Dame-de-Briançon (Savoie).
(Société d'Electro-Chimie.)
1896—1897: Usine de Vuargny (Vaud),
(Société des Forces Motrices de la Grande-Eau.)
1901—1902: Usine de Vouvry (Valais). Hauteur de chute: 920 m.
(Société des Forces Motrices de la Grande-Eau.)
1904—1906: Usine des Farettes (Vaud).
(Société des Forces Motrices de la Grande-Eau.)
1904—1908: Usine de Martigny-Bourg (Valais).
(Société d'Electro-Chimie.)
1907—1908: Deuxième usine de Saint-Michel-de-Maurienne (Savoie).
(Société d'Electro-Chimie.)
1906—1909: Usine de l'Ackersand (Viège de Saas, Valais).
(Société de la Lonza.)
1908—1909: Forces Motrices d'Orsières (Valais).
(The British Aluminium Cy.)
1907—1910: Usine d'Orlu (Pyrénées). Hauteur de chute: 940 m.
(Société pyrénéenne d'énergie électrique.)



Anthelme Boucher
1856—1936

1910—1911: Installations industrielles à la fabrique de chocolat d'Orbe (Vaud).
(Peter, Cailler, Kohler, Chocolats Suisses S. A.)
1912—1915: Usine de Fully (Valais). Hauteur de chute: 1650 m.
(Société d'Electro-Chimie.)
1916—1918: Force Motrice de Séchilienne (Isère).
1916—1920: Construction et direction de l'usine de la Société d'emboutissage, à Fully (Valais).
1917—1922: Usine de La Bourélie (Tarn).
(Société pyrénéenne d'énergie électrique.)
1925—1926: Nouvelle usine hydro-électrique du Day, près Vallorbe.
(Société d'Electro-Chimie et d'Electro-Métallurgie.)
1926—1929: Usine de Sembrancher (Valais).
(Société Romande d'Electricité.)

Il fut aussi le promoteur des Forces motrices de la Dixence dont il fit les études préliminaires et s'occupa des premières négociations qui furent longues et ardues.

Cette sèche énumération montre ce que fut l'activité prodigieuse de ce technicien de très haute valeur, de cet ingénieur intrépide et courageux qui fut, en même temps, un administrateur de premier ordre.

M. Boucher fut parmi les fondateurs de l'ASE et membre distingué de nombreuses associations françaises et internationales. Le Gouvernement français tint à rendre un juste hommage à ses éminentes facultés en le nommant chevalier de la Légion d'honneur.

Il publia de nombreux articles scientifiques, en particulier dans le Bulletin Technique de la Suisse Romande, et présenta des rapports fort appréciés dans plusieurs congrès.

C'est une grande figure d'ingénieur suisse et de chef aimé et respecté de ses collaborateurs qui nous a quittés. Il fut un homme bienveillant, aimable envers tous et témoignant toujours au personnel qu'il avait sous ses ordres une très grand bonté et compréhension.

Avec lui, un homme d'action et un pionnier ont disparu.

E. D.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

W. Dübi. Am 12. Juni 1936 waren 25 Jahre verflossen, seit Herr Direktor *W. Dübi* die Leitung der Kabelwerke Brugg A.-G. übernommen hat. In dieser Zeit entwickelte Herr Direktor Dübi die Kabelwerke Brugg zu einem blühenden, weitbekannten Unternehmen. Wer je mit Herrn Dübi in Berührung kam, freut sich mit ihm herzlich über dieses Jubiläum.

Albiswerk Zürich. Die *Telephonwerke Albisrieden* änderten den Namen in *Albiswerk Zürich*, eine Massnahme, die sich aus der Eingemeindung von Albisrieden in die Stadt Zürich ergab.

Kleine Mitteilungen.

Elektrifizierung der Pilatusbahn. Der Verwaltungsrat beschloss am 17. März d. J., die Pilatusbahn auf die Saison 1937 zu elektrifizieren.

Prix Colladon 1937. En 1937 la Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts décerna, s'il y a lieu, le prix fondé par feu M. le professeur Colladon en faveur d'un travail concernant un sujet intéressant l'industrie et le commerce genevois. Le Jury nommé par la Classe disposera pour ce prix d'une somme pouvant aller jusqu'à 1800 fr. Les travaux devront être déposés au plus tard le 30 décembre 1936. S'adresser pour détails à M. Fr. Bolens, Président de la Classe d'Industrie et de Commerce, Société des Arts, Genève.

Der **Schweizerische Techniker-Verband** hält seine Generalversammlung am 27. und 28. Juni in St. Gallen ab.

100 Jahre Technische Hochschule Darmstadt. Vom 27. bis 29. Mai beging die Technische Hochschule Darmstadt das Fest ihres hundertjährigen Bestehens. Ein Festband von 300 Seiten Folioformat wurde bei diesem Anlass herausgegeben (Preis RM. 7.—, in Leinen RM. 9.—; Verlag Gotthard Peschko, Darmstadt).

3e Conférence Mondiale de l'Energie
2e Congrès des Grands Barrages
Washington 7 à 12 septembre 1936.

Le comité d'organisation de la double manifestation susmentionnée invite cordialement toutes les personnes qui s'intéressent aux problèmes de l'énergie dans l'industrie et les transports et à l'aspect économique et social de l'aménagement de forces motrices à prendre part à la troisième Conférence mondiale de l'énergie.

Le programme de cette conférence comprend d'une part les sessions générales à Washington où les discussions auront trait à l'économie nationale de l'énergie et à diverses questions relatives aux grands barrages, d'autre part les voyages d'étude.

Le programme général des sessions vient de paraître et celui des excursions sera publié très prochainement. Les personnes désirant recevoir ces documents et s'inscrire pour

participer au congrès sont priées de s'adresser au secrétariat du Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie, Bollwerk 27, Berne.

Les congressistes voudront bien réserver leurs cabines pour le passage aux Etats-Unis dans le plus bref délai possible, car il est extrêmement difficile de trouver encore des cabines disponibles pour le passage en question en août et septembre prochain. L'American Express Co. à Bâle a été chargée de faciliter la réservation des passages aux congressistes suisses.

Literatur. — Bibliographie.

621.313 *Nr. 729*

Les Machines Electriques et la Prédétermination de leur Puissance Spécifique Maximum. Par *J. Rezelman*, Ingénieur en Chef aux Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi. 58 S., 16×24 cm, 16 Fig. Verlag: B. G. Teubner, Leipzig und Berlin. Preis: geh. RM. 2.—.

Die Leistung einer elektrischen Maschine ist das Produkt der Drehzahl, der Rotoroberfläche und des — von Emde[1]) eingeführten — mittleren Drehschubes. Dieser und die an seiner Stelle noch häufig gebrauchten Ausnutzungsziffern und Maschinenkonstanten sind proportional dem Produkte aus Luftinduktion und Strombelag (Ampèredrähte. Der Autor setzt nun die maximale Zahninduktion und mit Rücksicht auf die Erwärmung auch das Produkt aus Strombelag und Stromdichte als konstant und für jeden Maschinentyp als gegeben voraus. Das Produkt aus Luftinduktion und Strombelag wird dann eine Funktion der Nutenabmessungen. Die günstigste Nutenform, die das Maximum dieses Produktes ergibt, kann unter vereinfachenden Annahmen berechnet werden. Immerhin betrachtet der Autor selbst diese günstigste Nutenform nicht unbedingt als diejenige, die dann praktisch ausgeführt werde.

Max Landolt.

621.317.7 *Nr. 1153*

Messbrücken und Kompensatoren. Von *Josef Krönert.* Band I. Theoretische Grundlagen. 282 S., 17×24 cm, 350 Fig. Verlag: R. Oldenbourg, München und Berlin 1935. Preis: geb. RM. 13.80.

Viele Jahre hindurch fanden Messbrücken und Kompensatoren fast ausschliesslich Verwendung zu Arbeiten in Laboratorien. Erst die Entwicklung der letzten Jahre im Fernmelde- und Fernmesswesen, in der Ueberwachung von Betriebseinrichtungen jeder Art sowie die Verfeinerung der Fabrikationsmethoden haben dazu geführt, dass neue Brücken- und Kompensationsschaltungen entwickelt wurden, und dass zahlreiche Geräte für betriebsmässige, ja sogar Messungen im Aussendienst auf den Markt gebracht wurden.

Die Literatur darüber ist ausserordentlich verstreut und selbst für den engen Fachmann mitunter schwer auffindbar. Der Verfasser hat sich die mühevolle Aufgabe gestellt, in einem zweibändigen Werk über die Theorie und die praktische Ausführung solcher Schaltungen und Apparate in einem geschlossenen Rahmen zu berichten.

Der vorliegende erste Band umfasst die theoretische Behandlung der Materie. Im zweiten, später erscheinenden Band werden die Apparate zahlreicher Firmen näher beschrieben werden.

Der Verfasser hat in streng sachlicher und übersichtlicher Weise den Inhalt des ersten Bandes in drei Hauptgruppen gegliedert.

Abschnitt I befasst sich mit den Grundregeln der komplexen Darstellung von Wechselstromgrössen, zeigt die Anwendung der Kirchhoffschen Sätze und Maxwell-Zyklen, verschiedener Superpositions- und Transformationsverfahren in Netzgebilden und schliesst mit grundsätzlichen Betrachtungen über die Empfindlichkeit von Indikatoren und Schaltungen.

Die Abschnitte II bis VII einerseits und VIII bis XIV anderseits umfassen in homologem Aufbau Gleichstrom-, bzw. Wechselstromschaltungen sowie die dazugehörigen Hilfsmittel. Je ein Abschnitt befasst sich mit den zugehörigen Indikatoren, ein weiterer mit den benötigten Stromquellen. Anschliessend werden die verwendeten Normalien besprochen. Den Abschluss bildet je ein Abschnitt über Brückenschaltungen, bzw. Kompensatoren.

Grundsätzlich verfolgt der Verfasser den Weg, die verschiedenen Schaltungen auf einige Grundschaltungen zurückzuführen. Dadurch wird nicht nur der Ueberblick über Bekanntes sichergestellt, sondern auch eine Richtlinie gegeben, damit der Leser bei noch zu entwickelnden Schaltungen deren Durcharbeitung mit einem Mindestmass an Schwierigkeit bewerkstelligen kann.

Zu den bekannten Gleichstrombrücken in der Nullmethode mit der Grundform der Wheatstone-Brücke, die eingehend behandelt wird, fügt der Verfasser noch Abschnitte über Ausschlagbrücken, Regelbrücken und die Verwendung von Gleichstrombrücken als Rechenoperatoren bei. Der Abschnitt über Gleichspannungskompensatoren bringt nichts wesentlich Neues.

Hingegen ist es dem Verfasser, bzw. seinem Mitarbeiter W. Geyger, dessen Veröffentlichungen ebenfalls bereits allgemein geschätzt und bekannt sind, gelungen, die Ueberfülle von Wechselstrombrücken in einfacher Weise zu ordnen. Wenn auch die Bearbeitung von Wechselstrombrücken schwieriger und mühevoller ist, so kann dieser Abschnitt jedem modernen Elektrotechniker zum Studium nur empfohlen werden. Die Hauptteile sind: Brücken nach dem Wheatstone-Typ, bzw. Anderson-, Thomson- oder Wirk-Typ. Auch der Abschnitt über Wechselstrom-Kompensatoren bringt, der neueren Entwicklung wegen, manches Interessante.

Selbst bei fundamentalen Kenntnissen in der Messtechnik kann der Leser rasch die für ihn interessanten Schaltungen auffinden. Ein ausserordentlich reich gefasstes Literaturverzeichnis gibt ihm die Möglichkeit, alle weiteren Informationen zuverlässig aufzufinden.

Da ein Spezialwerk, dessen Umfang innerhalb brauchbarer Grenzen bleiben soll, nicht alles bringen kann, sind vom Verfasser jeweils in kurzen, knappen Zusammenstellungen die charakteristischen Eigenschaften und Folgerungen erfasst worden. An manchen Stellen scheint jedoch die Kürzung etwas zu weit getrieben. Nicht willkommen ist die verhältnismässig grosse Zahl von Druckfehlern, welche unter Umständen das Studium, bzw. die Verwendung der Angaben erschweren.

Im grossen und ganzen muss jedoch diese Arbeit begrüsst werden, denn sie gibt dem ständig mit solchen Messeinrichtungen arbeitenden Techniker einerseits einen raschen Ueberblick über das ganze Gebiet, und anderseits zeigt sie den Weg zu den Originalquellen. *Kup.*

[1]) ETZ, Bd. 43 (1922), S. 1430.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 mai 1936.

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen* près *Bâle.*

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.

No. 1936 PK:	interrupt. ordin. unipol.	schéma 0
No. 1936/I PK:	interr. à grad. unipol.	» I
No. 1936/III PK:	inverseur unipol.	» III
No. 1936/P PK:	interr. de croisement unipol.	» VI

Prises de courant.

A partir du 1er juin 1936.

R. H. Gachnang, Zurich.

Marque de fabrique:

Prises de courant murales, bipolaires, pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice quelconque.
No. 1367: exécution normale, pour fiches avec tiges de 4 mm.

Rectification.

Selon le Bulletin ASE 1936, pages 279 et 311, il a été accordé à la firme Ad. Feller S. A., Horgen, le droit à la marque de qualité de l'ASE pour des prises de courant 380 V, 10 A, No. 8712/13 et 8812/13, en tant qu'*exécution normale*. Les dimensions normales pour ces prises de courant étant approuvées par la Commission des normes de l'ASE et de l'UCS mais pas encore par l'Association Suisse de Normalisation, il y a lieu de considérer, pour le moment, ces prises de courant comme *exécution spéciale*.

Les publications sus-mentionnés sont donc annulées pour ce qui concerne l'exécution normale; elles sont par contre pleinement valables pour l'*exécution spéciale*.

Boîtes de dérivation.

A partir du 15 mai 1936.

E. Locher & Cie. A.-G., Fabrikation elektr. Spezialartikel, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation ordinaire pour 380 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en forme de U et couvercle en matière céramique; quatre bornes au maximum, fixées au mastic.
No. 1307/3 K, 1307/4 K: bornes avec vis à tête.
No. 1307/3 M, 1307/4 M: bornes avec vis sans tête.

A partir du 1er juin 1936.

Oskar Woertz, Elektrotechn. Material und techn. Spezialitäten, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation étanches à l'eau, 500 V, 15 A.
Utilisation: sur crépi; dans locaux secs, poussiéreux, humides ou mouillés.
Exécution: pièces porte-bornes montées dans boîtier en fonte; 4 bornes au maximum.

No. 241 242 243 244

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 15 mai 1936.

Moser-Glaser & Cie, Fabrique de transformateurs, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Transformateurs à basse tension.
Utilisation: fixes, dans locaux secs.
Exécution: monophasés, résistants aux court-circuits, classe 1a, type 1a 5 (remplace le type 1a 4), 5 VA; carcasse en résine artificielle moulée.
Tensions: primaire 110—150 V ou 200—250 V, secondaire 4—6—10 V.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission prescrites par le § 7 des «Conditions techniques pour lampes électriques à incandescence» (voir Bull. ASE 1935, No. 20, p. 578), subies avec succès, le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé aux maisons mentionnées ci-dessous pour les

Lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, échelonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 1000 heures.

Flux lumineux nominal: 15, 25, 40, 65, 100, 125, 150, 200 Dlm.
Tensions nominales: entre 100 et 230 V.
Genre d'exécution: forme de goutte, dépolies intérieurement et claires, culot Edison ou à baïonnette.

A partir du 15 mars 1936:

«*Luxram*» Société Anonyme Lumière, Fabriques Réunies de Lampes à Incandescence, *Goldau.*

A partir du 15 mai 1936.

«*Aarau*» Usines de Lampes Electriques Aarau S. A., *Aarau.*

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 1er juin 1936.

Nilfisk-Aspirateurs de Poussière S. A., Zurich (Repr. de la firme Fisker & Nielsen Ltd., Copenhague).

Marque de fabrique: Plaquette de firme.

Aspirateur de poussière No. M 20 pour 220 V ≅ 140—130 W.
Aspirateur de poussière No. S 50 pour 220 V ≅ 240—210 W.
Aspirateur de poussière No. P 30 pour 220 V ≅ 215—190 W.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 26 mai est décédé à l'âge de 55 ans, des suites d'un accident d'automobile, M. *M. Dumermuth*, chef de section à la division d'électrification des Chemins de Fer Fédéraux, Berne, membre de l'ASE depuis le début de l'année. Un article nécrologique suivra.

Nous présentons nos sincères condoléances à la famille en deuil.

Inscription aux assemblées annuelles des 4 et 5 juillet à St-Gall.

Nous renvoyons le lecteur au programme des assemblées, tel qu'il a été publié, avec les divers documents mentionnés à l'ordre du jour, auf Bulletin 1936, N° 12 et rappelons que *l'inscription des participants* aux manifestations prévues est *absolument indispensable avant le 28 juin.* On se servira à cet effet de la carte insérée dans le dernier numéro du Bulletin.

Comme les années précédentes, la liste des participants sera distribuée pendant le dîner; seuls les noms des personnes inscrites dans le délai ci-dessus figureront dans la liste en question.

Commission de corrosion.

La commission de corrosion a tenu sa séance annuelle à Berne, le 2 juin. Elle a adopté le 12e rapport sur l'activité de la commission et de l'office de contrôle en 1935, puis le compte et le bilan de la commission, ainsi que les comptes du fonds de renouvellement et du fonds de compensation pour l'exercice 1935. La commission a pris connaissance d'un certain nombre de rapports de l'office de contrôle sur les résultats principaux acquis par ce dernier au cours de ses travaux pratiques ou à la suite d'essais systématiques d'une portée plutôt théorique, de même que sur notre participation aux conférences internationales dans le domaine de l'étude des phénomènes électrolytiques et de la lutte contre les corrosions, telles qu'il s'en est tenu récemment sous l'égide de la «Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines» (CMI) à Paris en janvier (voir Bull. ASE 1936, Nr. 3, p. 96 et Nr. 10, p. 280), ou du «Comité Consultatif International Téléphonique» (CCIF) à Londres le mois suivant. La commission décida de donner une plus grande publicité aux principaux résultats de l'activité multiple de son office de contrôle et chargea celui-ci de préparer des articles appelés à paraître au Bulletin ASE et au Bulletin mensuel SSIGE.

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Dans sa 3e séance, le 28 avril 1936, l'Office de la station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et des conditions techniques pour appareils électro-domestiques a examiné un premier projet de «conditions techniques pour chauffe-eau électriques à accumulation». Il prit ensuite connaissance d'un rapport de la station d'essai sur des essais effectués pour le compte de l'UCS, notamment avec une armoire frigorifique de ménage à absorption. Les membres de l'UCS peuvent obtenir ce rapport au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Comité Technique 7 du CES.

Aluminium.

Conformément à la nouvelle organisation du CES, approuvée par le comité de l'ASE le 1er mai 1936, le CES a instauré le 2 juin 1936 le Comité Technique (CT) 7, Aluminium. Monsieur M. Preiswerk, S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, Neuhausen, en fut nommé président, Monsieur W. König, Metallwerke Selve & Cie, Thoune, secrétaire. Le CT 7 se compose en outre de Messieurs R. Wild, directeur, Cossonay, Th. Wyss, privat-docent, Laboratoire fédéral pour l'essai des Matériaux, Zurich et V. Vuilleumier, Inspectorat des installations à courant fort, Zurich.

Le CT 7 examina les spécifications établies en juin 1935 à Scheveningue pour les fils d'aluminium dur (résistance à la traction: 15 kg/cm² au moins) et pour ceux d'aluminium doux (fil qui a été amené par traitement thermique à la plus faible résistivité électrique). La spécification pour fil dur donna lieu à une discussion, dont le résultat sera transmis à la CEI. Le CT 7 décida en outre de soumettre à la CEI une proposition de spécification pour les fils d'acier destinés à la fabrication des câbles aluminium-acier, basée sur le projet du «Bureau international des applications de l'aluminium», ainsi qu'un projet de spécification pour barres d'aluminium pour barres collectrices, correspondant au projet du VSM (voir Bull. ASE 1936, No. 10, p. 265).

Comité Technique 22 du CES,

Appareils électroniques.

Le 10 juin 1936 s'est constitué à Zurich le Comité Technique (CT) 22 du CES, Appareils électroniques, composé de délégués des entreprises suivantes:

Brown, Boveri et Cie, S. A., Baden.
Service de l'Electricité de la Ville de Berne, Berne.
Union Suisse d'Entreprises de Transports, Berne.
Ateliers de Sécheron S. A., Genève.
Mutator S. A., Lucerne.
Signum S. A., Wallisellen.
Service de l'Electricité de la Ville de Zurich, Zurich.
Ateliers de Construction Oerlikon, Zurich.

Monsieur C. Ehrensperger (Brown, Boveri) en est président, Monsieur M. Wellauer (Oerlikon), secrétaire. Au cours de la séance, on a réparti les travaux qui découlent du fait que le CES fonctionne comme Comité-Secrétariat du Comité d'Etudes No. 22 de la CEI, à savoir: 1° demander aux différents pays les règles et projets de règles pour redresseurs et autres appareils à décharge similaires, 2° établir un aperçu comparable de ces règles qui servira de base pour un projet de règles internationales pour redresseurs à vapeur de mercure et autres appareils similaires. Le CT 22 fixa ensuite son point de vue au sujet de quelques dispositions importantes du projet de Bruxelles se rapportant aux redresseurs à vapeur de mercure alimentant des chemins de fer électriques. Finalement, on décida de faire une nouvelle requête à la CEI en faveur de l'introduction du terme «mutateur» pour les appareils à décharge à grille polarisée.

Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR).

Nous renvoyons à la page 661 de ce numéro, où se trouve un rapport sur l'activité de ce comité international des perturbations radiophoniques, patronné par la CEI et au sein duquel l'ASE est représentée par le CES.

Transformateurs pour appareils radioélectriques et pour amplificateurs.

Dans une de ses séances, la commission des normes s'est prononcée comme suit quant à l'essai des transformateurs associés aux appareils radioélectriques:

Les transformateurs destinés à être montés à l'intérieur d'appareils de TSF ou d'amplificateurs ne sont pas soumis aux «normes de l'ASE pour transformateurs de faible puissance». Par conséquent, ils ne peuvent revendiquer le droit à la marque de qualité de l'ASE.

On formulera en revanche, pour les appareils radioélectriques, certaines «conditions techniques» qui contiendront les conditions d'essai applicables aux transformateurs incorporés à ces appareils. Jusqu'à l'entrée en vigueur de ces «conditions techniques», les transformateurs en question continuent à être examinés suivant les «normes pour transformateurs de faible puissance», mais sans fixer de température maximum des enroulements secondaires court-circuités, pour les tensions inférieures à 10 V. Quant au montage des trans-

formateurs, il est soumis aux dispositions correspondantes des directives pour appareils de télédiffusion.

L'ASE se propose d'élaborer le plus tôt possible des conditions d'essai pour appareils radioélectriques, en conformité avec les exigences imposées aux appareils de TSF et aux amplificateurs alimentés par courant fort, établies par la commission internationale des questions d'installations (IFK).

A cette occasion, nous attirons l'attention des fabricants d'appareils de télédiffusion sur l'entente intervenue avec la Direction des Postes et des Télégraphes au sujet des transformateurs à monter dans les appareils de télédiffusion, selon laquelle on ne prescrit pas de températures maxima lors du court-circuitage des enroulements secondaires pour les tensions au-dessous de 10 V.

Normalisation des tableaux des compteurs et des dispositifs de fixation pour compteurs et appareils de commande.

Une grande entreprise électrique a suggéré à l'ASE de procéder en Suisse à la normalisation des tableaux de compteurs. Cette tâche comporte la fixation de certaines dimensions. Or, comme il existe une convention entre l'ASE et l'Association Suisse de Normalisation (SNV), au titre de laquelle l'ASE confie à la SNV l'élaboration des normes de dimensions, l'ASE a transmis cette suggestion à la SNV en l'appuyant. Là-dessus, la SNV invita 25 grandes entreprises urbaines et régionales à un échange de vues qui eut lieu le 29 novembre 1935. Après avoir entendu deux rapports — l'un de Monsieur Schedler, chef du département des installations au Service de l'Electricité de la Ville de Zurich, sur le développement des tableaux de compteurs de 1893 à 1935 et l'autre de Monsieur Thut, directeur des Forces Motrices Bernoises S. A., Berne, sur la nécessité d'établir certaines normes pour les dimensions des dispositifs de fixation pour compteurs et autres —, l'assemblée décida à l'unanimité, après discussion, qu'il était nécessaire de créer un tableau de compteurs normal suisse et désirable de tendre à une certaine normalisation des trous de fixation des compteurs et autres appareils. Deux sous-commissions furent ensuite nommées pour poursuivre le travail: l'une, sous la présidence de M. Schedler, ayant pour tâche d'élaborer un projet de normes pour tableaux de compteurs, l'autre, présidée par M. Thut, devant préparer la normalisation des dispositifs de fixation. La seconde sous-commission eut une première séance le 8 avril 1936; elle y fixa le programme détaillé de travail et décida de faire une enquête auprès des fabricants suisses sur la possibilité de normaliser certaines dimensions des compteurs et autres appareils. Après dépouillement des réponses, desquelles ils ressort que les fabricants eux-mêmes envisagent cette normalisation d'un œil favorable, la sous-commission tint une seconde séance, à laquelle les fabricants étaient aussi représentés. On y examina quelles dimensions des compteurs et appareils sont déterminantes pour la fixation et sont de fait à retenir pour la normalisation. Les fabricants s'engagèrent à faire des propositions concrètes à ce sujet. La sous-commission s'étant en principe mise d'accord sur les dimensions à normaliser la première sous-commission put se réunir une première fois le 29 mai 1936 pour soumettre à un examen critique les modèles et plans de tableaux actuellement utilisés par 27 entreprises électriques différentes et fixer les avantages et inconvénients de chaque système. On fixa ensuite certaines directives pour la normalisation des tableaux, directives qui serviront à élaborer un projet pour la prochaine séance.

Nous tenons à attirer l'attention des milieux intéressés sur ces travaux de l'Association Suisse de Normalisation et prions les centrales de ne pas encore arrêter de forme définitive pour leurs tableaux, mais d'attendre le tableau normal suisse actuellement en préparation.

Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie.

Le Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie (CN) a tenu son assemblée annuelle le 18 mai 1936 à Bâle. Le comité a pris connaissance avec vif regret de la détermination de son président, M. Edouard Tissot, Dr ès sc., de quitter la présidence. M. Tissot occupait ce poste depuis la fondation du CN en 1924, qui fut créé à l'instigation de l'ASE, alors présidée par M. Tissot. C'est à lui qu'est dû l'essor du comité et en particulier la réalisation et le succès de la session partielle de la Conférence mondiale de l'énergie de Bâle en 1926. Grâce à ses grands efforts il fut en outre possible en 1932 d'organiser le comité national en une association conformément aux articles 60 et suivants du code civil suisse et de grouper ainsi les offices fédéraux intéressés, institutions, associations, entreprises industrielles et membres individuels, afin de faire valoir les intérêts de la Suisse aux Conférences mondiales de l'énergie et de préparer la participation de notre pays à ces manifestations.

M. Tissot a également résigné la vice-présidence du Comité exécutif international de la Conférence mondiale de l'énergie. Il a été nommé Vice-président permanent de ce comité en reconnaissance de ses grands mérites. Cet honneur, qui est aussi un honneur pour notre pays, mérite d'être souligné tout particulièrement.

M. J. Büchi, Dr h. c., Ingénieur-conseil à Zurich, a été nommé nouveau président du CN. Il représentera celui-ci au comité exécutif international. M. Büchi est membre du CN depuis sa fondation et a participé activement aux travaux de diverses sous-commissions. Le Secrétaire du CN est, comme jusqu'ici, M. E. H. Etienne, ingénieur, Bollwerk 27, Berne.

Il y a lieu de mentionner, à cette occasion, que le comité exécutif international de la Conférence mondiale de l'énergie a nommé Sir Harold Hartley, C. B. E., M. C., F. R. S., président de ce comité comme successeur de feu M. D. N. Dunlop. Sir Harold Hartley, président du Fuel Research Board, Department of Scientific and Industriel Research, et vice-président de la London Midland and Scottish Railway Co. est une personne très estimée en Angleterre.

Examens de maîtrise pour installateurs-électriciens.

Les prochains examens de maîtrise selon le règlement du 20 juin 1935 y relatif auront lieu au courant de septembre à Olten. La date exact ne pourra être fixée qu'après réception des inscriptions.

Les inscriptions pour ces examens de maîtrise doivent parvenir jusqu'au 22 juillet 1936 au plus tard au Secrétariat de l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens, Walchestr. 25, Zurich. Celui-ci enverra sur demande le règlement et les bulletins d'inscription, et fournira tout renseignement sur ce qui est exigé pour l'examen.

Les inscriptions tardives ne pourront en aucun cas être prises en considération.

Commission de l'USIE et de l'UCS pour les examens de maîtrise.

Journée de discussion de l'ASE sur les questions ferroviaires, le 18 avril 1936 à Zurich.

Numéro spécial du Bulletin.

Le Bulletin de l'ASE publiera prochainement le compte-rendu de la journée de discussion de l'ASE du 18 avril dernier sur le thème «L'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?» Il ne sera *pas* fait de tirage à part de ce compte-rendu. Par contre il est prévu d'augmenter le tirage de ce numéro. Pour pouvoir fixer le tirage, nous prions les personnes intéressées de nous faire savoir immédiatement le nombre d'exemplaires qu'elles désirent. Le prix de l'exemplaire est de fr. 1.50.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII[e] Année | N° 14 | Vendredi, 10 Juillet 1936

Accidents dus à l'électricité, survenus en Suisse au cours de l'année 1935.

Communiqué de l'*Inspectorat des installations à courant fort*, Zurich.

L'article contient un résumé des accidents survenus en 1935 dans les installations à courant fort de la Suisse (non compris les installations de traction). On y trouvera dans la première partie les accidents énumérés et classés d'après la profession des victimes, les tensions et les parties des installations où les accidents ont eu lieu, ainsi que des comparaisons avec les années précédentes. Un autre tableau fait ressortir les durées d'incapacité de travail.

La deuxième partie décrit et commente plus en détail quelques accidents particulièrement instructifs.

Der Artikel enthält tabellarische Zusammenstellungen über die im Jahre 1935 in der Schweiz vorgekommenen Starkstromunfälle (mit Ausnahme der Bahnunfälle). Diese Tabellen, die die Unfälle nach dem Beruf der Verunfallten, nach der Höhe der wirksamen Spannung und nach den Anlageteilen ausscheiden, geben teilweise auch die Vergleichszahlen aus früheren Jahren wieder. Eine weitere Tabelle gibt Auskunft über die Dauer der verursachten Arbeitsunfähigkeiten.

Hierauf werden die besonders bemerkenswerten Unfälle näher beschrieben und ihre Ursachen dargelegt.

I.

L'année 1935 se caractérise par une diminution du nombre des accidents dus aux installations à courant fort. L'électricité n'avait jamais blessé ni tué aussi peu de personnes depuis 1928. Au cours de 1935, 83 accidents ont été signalés à l'Inspectorat. Ils ont causé la mort de 21 personnes et en ont blessé 63. Le nombre total des victimes (84) dépase d'une unité celui des accidents, l'un de ceux-ci ayant frappé deux personnes à la fois.

L'un des 21 accidents mortels que nous mentionnons n'est pas sûrement d'origine électrique. La victime, ayant été électrisée par un courant à basse tension, ne paraissait pas s'en ressentir. Une semaine plus tard elle est morte subitement d'une paralysie du cœur et le médecin est d'avis qu'il peut y avoir eu corrélation entre la dite électrisation et cet arrêt du cœur. Il s'agirait donc là de l'un des rares cas d'électrocution retardée.

Pour que notre statistique soit complète nous reproduisons ci-dessous les chiffres que nous a communiqués l'Office fédéral des transports au sujet des accidents causés par les installations électriques des chemins de fer.

	blessés		tués		total	
	1934	1935	1934	1935	1934	1935
Employés des ch. d. f.	5	10	4	1	9	11
Voyageurs et tiers	3	5	3	2	6	7
Total	8	15	7	3	15	18

Il n'est pas tenu compte de ces accidents dans la suite de ce rapport, lequel ne traite que de ceux survenus dans les installations soumises à notre contrôle.

Nombre de victimes classées suivant leur relation avec les entreprises électriques.

Tableau I.

Année	Personnel d'exploitation des usines		Autre personnel des usines et monteurs-électriciens		Tierces personnes		Total		
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1935	**6**	**1**	**24**	**3**	**33**	**17**	**63**	**21**	**84**
1934	6	2	54	7	31	18	91	27	118
1933	8	6	44	4	42	19	94	29	123
1932	3	2	34	7	28	16	65	25	90
1931	8	3	30	15	25	21	63	39	102
1930	2	5	46	11	36	11	84	27	111
1929	9	2	26	9	34	17	69	28	97
1928	14	3	31	10	28	17	73	30	103
1927	10	8	19	7	22	14	51	29	80
1926	15	5	14	4	24	15	53	24	77
Moyenne 1926—35	8	4	32	8	30	16	70	28	98

Le *tableau I* montre l'évolution du nombre des accidentés pendant les dix dernières années et oriente sur la situation des victimes vis-à-vis des entreprises distributrices. On remarquera que ce sont les accidents ayant frappé les monteurs et le personnel d'exploitation qui ont marqué en 1935 la régression très nette que nous avons déjà signalée, alors que les tierces personnes ont été touchées à peu près dans la même mesure que les années

précédentes. Sur les 63 blessures, 12 furent des brûlures produites par des arcs. Une autre fut causée par de l'huile chaude projetée au moment de l'explosion d'un interrupteur.

Répartition des victimes entre installations à haute et à basse tension.

Tableau II.

Année	Basse tension		Haute tension		Total		
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1935	**49**	**17**	**14**	**4**	**63**	**21**	**84**
1934	65	20	26	7	91	27	118
1933	73	11	21	18	94	29	123
1932	46	15	19	10	65	25	90
1931	49	25	14	14	63	39	102
1930	67	14	17	13	84	27	111
1929	49	22	20	6	69	28	97
1928	49	20	24	10	73	30	103
1927	37	16	14	13	51	29	80
1926	38	15	15	9	53	24	77
Moyenne 1926—35	52	18	18	10	70	28	98

Déjà l'année 1934 avait été caractérisée par une diminution notable du nombre des accidents mortels dus à la haute tension. Nous avons la satisfaction de constater que cette régression s'est accentuée en 1935 et qu'elle s'est étendue aux blessures causées par la haute tension. Il y a donc tout lieu de croire qu'elle est le résultat des efforts persévérants que font les producteurs et distributeurs d'électricité, ainsi que l'office chargé des contrôles, pour augmenter la sécurité des installations. Le nombre des accidents dus à la basse tension a aussi diminué, mais dans une proportion moindre; alors que la fréquence de ces accidents avait eu une tendance à l'augmentation au cours de ces dernières années, elle est retombée en 1935, malgré le développement des applications de l'électricité, à la moyenne des années antérieures.

Le *tableau III* montre que les trois quarts des électrocutions furent le fait de tensions effectives inférieures ou égales à 250 V. Ces tensions causèrent 16 accidents mortels, dont 11 survinrent sur des réseaux à tension normale de 380/220 V, sous l'effet de la différence de potentiel entre une phase et la terre. Deux électrocutions furent produites par des tensions de seulement 125 V. Dans un autre cas mortel, survenu alors que la victime était dans sa baignoire, il ne fut pas possible d'établir si l'électrocution avait eu lieu sous 110 V ou sous 220 V.

Répartition des accidents survenus en 1935 selon la profession des victimes.

Tableau IV.

Profession	blessés	morts	total
Ingénieurs et techniciens	1	1	2
Machinistes et surveillants d'usines	7	1	8
Monteurs et aide-monteurs d'entreprises électriques et de maisons d'installat.	21	2	23
Autres ouvriers d'entreprises électriques	2	1	3
Ouvriers de fabrique	15	1	16
Ouvriers du bâtiment	3	4	7
Agriculteurs et jardiniers	1	4	5
Sapeurs-pompiers et militaires	1	1	—
Enfants	4	1	5
Autres tierces personnes	8	5	13
Total	63	21	84

Le *tableau IV* confirme ce que nous avons déjà fait observer plus haut, à savoir que les professions qui sont en rapport avec l'électricité ont été sensiblement moins touchées que les années précédentes. Dans la catégorie des monteurs et aides-

Nombre des accidents, survenus en 1935, classés d'après la tension et la partie de l'installation où l'accident s'est produit.

Tableau III.

Partie de l'installation	Tension en jeu										Total		
	jusqu'à 250 V		251—1000 V		1001—5000 V		5001—10 000 V		plus de 10 000 V				
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
Stations génératrices et grandes sous-stations	1	—	—	—	2	—	1	1	1	—	5	1	6
Lignes	8	4	2	1	—	—	1	—	3	1	14	6	20
Stations transformatrices	1	—	1	—	1	—	3	—	2	2	8	2	10
Laboratoires d'essais	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Exploitations industrielles	4	1	7	—	—	—	—	—	—	—	11	1	12
Moteurs transportables	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7	—	7
Lampes portatives	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5	9
Lampes fixes	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	4
Appareils médicaux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Autres installations intérieures	4	4	6	—	—	—	—	—	—	—	10	4	14
Total	31	16	18	1	3	—	5	1	6	3	63	21	84
	47		19		3		6		9		84		

monteurs d'entreprises électriques, en particulier, nous n'avons eu à enregistrer que 21 blessures (contre 48 en 1934) et que deux électrocutions (contre 7). Les ouvriers du bâtiment et les agriculteurs ont été de nouveau durement touchés. Les victimes classées sous «autres personnes» sont principalement des femmes et leur nombre a fortement augmenté.

Dans les *usines génératrices et grandes sous-stations* il ne s'est produit qu'un seul accident mortel, survenu à un aide-machiniste pendant qu'il était occupé à nettoyer des barres collectrices. A 40 centimètres au-dessus de ces barres passe une ligne à 8 kV, qui longe le plafond et qui se trouvait alors sous tension. L'aide-machiniste le savait. Le chef de centrale, occupé à proximité, entendit soudain un léger bruit et remarqua que l'aide-machiniste s'était affaissé. Probablement victime d'une distraction, il se sera trop approché des conducteurs sous tension. A l'autopsie on n'observa que de très légères brûlures à la tête. Cet accident aurait été vraisemblablement évité si le chef de centrale n'avait pas quité l'aide-machiniste des yeux aussi longtemps qu'il travaillait à proximité immédiate des conducteurs sous tension. Encore trois autres accidents, moins graves de conséquences, se sont produits aux cours de révisions et de nettoyages. Le premier frappa un machiniste qui, occupé à vérifier un système 2 kV préalablement déconnecté, s'approcha par inadvertance d'un transformateur de tension 16 kV qui ne l'était pas. Il fut brûlé légèrement. Le deuxième cas est celui d'un aide, qui était occupé à nettoyer le couloir d'une salle de distribution. Il introduisit son bras dans une cellule, trop près d'une descente alimentant un transformateur de tension, et fut atteint à l'avant-bras. Enfin, dans le troisième cas, l'accidenté, qui nettoyait l'intérieur d'un pupitre de commande, avait omis de déconnecter tous les circuits. Il eut la main droite brûlée au contact d'une barre collectrice qui se trouvait encore sous 250 V.

Classification des victimes d'accidents non mortels survenus en 1935 suivant la durée de l'incapacité de travail et suivant leur relation avec les entreprises d'électricité. Tableau V.

Durée de l'incapacité de travail	Personnel d'exploitation des usines				Autre personnel des usines et monteurs-électriciens				Tierces personnes				Total			
	Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité	
	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.	B. T.	H. T.
0 jour	—	—	—	—	3	—	—	—	3	—	—	—	6	—	—	—
1 à 15 jours . .	—	2	—	15	7	—	70	—	11	1	80	10	8	3	150	25
16 à 31 jours . .	—	1	—	20	6	—	155	—	5	2	105	55	11	3	260	75
1 à 3 mois . .	1	2	60	115	2	1	105	30	6	3	375	205	9	6	540	350
plus de 3 mois .	—	1	—	140	4	—	500	—	1	1	100	240	5	2	600	380
Total	1	6	60	290	22	1	830	30	26	7	660	510	49	14	1550	830
	7		350		23		860		33		1170		63		2380	

Ainsi qu'il ressort du *tableau V*, l'addition des durées des incapacités de travail causées par les accidents de l'année 1935 donne un total de 2380 jours. Dans ce calcul nous avons admis, pour les femmes et les enfants, que la durée de l'incapacité de travail est égale au temps de guérison. Le seul cas d'invalidité grave que nous ayons à signaler est celui d'une écolière qui saisit le hauban d'un poteau d'une ligne à haute tension. Ce hauban s'étant trouvé fortuitement sous tension, l'écolière fut grièvement brûlée. Elle dut rester huit mois en traitement dans un hôpital et conservera une certaine invalidité des bras et d'une jambe. La guérison la plus lente qui soit à signaler parmi les électriciens accidentés dans l'exercice de leur métier est celle d'un monteur d'usine, grièvement brûlé aux mains et au visage par des flammes et des projections d'huile, par suite de l'explosion d'un interrupteur qu'il manœuvrait. A la date de la rédaction du présent rapport, ce monteur n'était pas encore guéri.

La durée moyenne des incapacités de travail (et des temps de guérison pour les femmes et les enfants) a été d'environ 38 jours, contre 33 jours en 1934. Il a été signalé à l'Inspectorat 6 accidents dus à la basse tension et n'ayant entraîné aucune incapacité de travail.

II.

Nous donnerons ci-dessous quelques détails sur les accidents de l'année 1935, en suivant l'ordre donné par le tabelau III.

Les *lignes à haute tension*, aussi, n'ont causé qu'un seul accident mortel. La victime de cet accident est un écolier, qui avait escaladé par espièglerie un pylône d'une ligne à 15 kV. Dans une

autre région un garçon de 5 ans et demi fit de même, malgré les difficultés de l'escalade, et s'approcha tellement d'un conducteur qu'il eut le bras gauche brûlé et tomba sur le socle en béton du pylône, se blessant encore à la tête. Sa guérison dura plus de deux mois. Un autre accident frappa une écolière dans les circonstances suivantes: un poteau d'angle d'une ligne à 15 kV était muni d'un hauban attaché au-dessus des conducteurs. Ce hauban était bien pourvu d'un isolateur, mais il s'avéra que cet isolateur était insuffisant, en particulier quand le hauban n'était pas tendu. Or ce hauban, pour une raison quelconque, avait été arraché du sol et son extrémité inférieure gisait sur un chemin. L'écolière, en passant, voulut écarter le hauban, le saisit et fut si grièvement brûlée aux deux bras et à la jambe droite qu'elle en restera partiellement invalide. Nous mentionnerons encore l'accident suivant, survenu pendant un exercice de tir à la mitrailleuse. Un fil d'une ligne aérienne à 10 kV fut coupé par une balle. La malchance voulut qu'en tombant à terre il atteignit une recrue, justement postée en sentinelle à cet endroit, à l'abri du tir. Le soldat fut blessé, mais heureusement sans gravité. — Il est intéressant de noter qu'au cours de l'année 1935 les lignes à haute tension n'ont pas causé un seul accident aux monteurs et au personnel d'exploitation.

Dans les *postes de transformation*, nous avons à signaler l'électrocution de deux ouvriers du bâtiment, ainsi que les accidents survenus à un ouvrier ferblantier et à deux gardiens de postes. Tous ont été atteints pour n'avoir pas tenu suffisamment compte de la proximité de conducteurs sous haute tension, qu'ils n'ignoraient cependant pas. Les deux électrocutions et deux des autres accidents se sont produits sous 10 000—11 000 V. Quant au troisième accident non mortel, il a été provoqué par une tension de 1200 V, courant continu. Nous signalerons encore un accident qui résulta d'une erreur commise par le chef-monteur d'une entreprise de distribution. Ce chef-monteur donna au monteur d'une câblerie, qui ne connaissait pas le réseau, l'ordre d'ouvrir une boîte de jonction d'une canalisation à 8 kV, ne s'étant pas rendu compte que cette canalisation était encore sous tension. Mentionnons aussi deux cas de brûlures causées par des arcs amorcés en manipulant imprudemment des coupe-circuits basse tension. Signalons enfin l'accident dont fut victime un écolier qui visitait, en compagnie de son père, un poste de transformation. Pendant un instant d'inattention du père, le fils, bien qu'averti du danger, étendit le bras en direction d'une barre collectrice 18 kV, fut atteint d'une effluve et s'effondra sans connaissance. Il mit environ trois semaines à guérir.

Les *lignes à basse tension* ont causé la mort de cinq personnes et en ont blessé dix. Deux des électrocutions ont eu lieu au cours d'incendies. Dans l'un des cas, il s'agit d'un agriculteur, qui, occupé pendant l'incendie au sauvetage de ses biens, s'empêtra dans un fil tombé à terre, mais encore sous tension. L'électricien du corps des pompiers, au lieu de se hâter, comme il aurait dû le faire, de couper la ligne aérienne qui alimentait la ferme, s'occupa à sauver le bétail. Pendant ce temps, les isolateurs se détachèrent de la grange en flammes, et c'est ainsi que les fils tombèrent à terre avant que les précautions élémentaires aient été prises. Dans le second cas, c'est le chef-électricien du corps des pompiers qui fut électrocuté lui-même pendant qu'il était sur le toit d'une maison voisine de celle qui brûlait, occupé à couper la ligne aérienne. Il avait bien pris la précaution d'aller préalablement dans le poste de transformation pour déconnecter la ligne 380/220 V en question, mais il n'avait pas songé à interrompre également le fil parallèle servant à l'éclairage public. Electrisé en saisissant ce fil et ne s'étant pas attaché au potelet, il lâcha prise et tomba d'une hauteur de 8 mètres. Il se fractura le crâne et succomba aussitôt. Cinq accidents se sont produits par contact avec des lignes aériennes juste avant leur introduction dans des bâtiments. Ils ont frappé trois peintres (dont deux mortellement), un paysan et un apprenti couvreur. Deux de ces accidents sont dus à la négligence d'entrepreneurs, qui avaient omis de demander au fournisseur d'électricité que la ligne soit entourée d'un coffrage à l'endroit où leurs peintres allaient travailler. Dans un autre cas, un ouvrier-peintre avait disposé lui-même un coffrage, mais ce coffrage était insuffisant. Le paysan entra en contact avec un fil de ligne alors qu'il était occupé à nettoyer une gouttière. Il fut électrisé, perdit son équilibre et fit une chute mortelle d'environ 6 m de hauteur. — La statistique compte en outre 6 accidents non mortels ayant frappé des monteurs travaillant à des lignes aériennes à basse tension. Ces accidents furent la conséquence soit d'un manque de prudence en effectuant des connexions sous tension, soit de la présence d'un fil d'éclairage public qu'on avait omis de déconnecter avant les travaux, soit encore d'une inadvertance ayant consisté à commencer un travail sur une ligne avant qu'elle soit coupée sur tous ses pôles.

Deux accidents *de laboratoire* ont été portés à notre connaissance. La victime de l'un d'eux est un ingénieur, qui reçut une commotion alors qu'il essayait un moteur monophasé à 250 V. Il parut s'en remettre rapidement, mais, après une semaine, il fut pris de malaise pendant la nuit, et ce malaise se termina par un arrêt du cœur. Il fut impossible d'établir avec certitude s'il y avait eu corrélation

entre ces deux faits. — Le second accident frappa une employée d'une fabrique d'appareils radiophoniques, chargée d'essayer des condensateurs. Elle saisit par inattention les extrémités des deux fils fournissant la tension d'essai (400 V, courant continu) et subit de ce fait un choc nerveux, qui fut d'ailleurs sans autre conséquence.

Dans les *ateliers et établissements industriels*, nous n'avons enregistré en 1935 qu'un seul accident grave. Parmi les onze accidents légers, sept consistèrent en brûlures et en effets d'éblouissement causés par des arcs. Les autres furent les conséquences de manques d'attention au cours de travaux exécutés près d'organes sous tension (dans un cas, près de la ligne de contact d'un pont roulant). L'accident grave frappa un maçon occupé dans une imprimerie à refaire un plancher en ciment autour d'une machine à composer. Cette machine avait bien été primitivement reliée à la terre, mais la ligne de terre avait été arrachée pendant les travaux. D'autre part, une conduite électrique montée sur la machine présentait un défaut d'isolement. Le maçon, en touchant le bâti de la machine, se soumit à une tension d'environ 220 V par rapport à la terre et fut électrocuté.

Les *moteurs transportables* ont causé 7 accidents. Dans deux de ces cas, il s'agissait de moteurs agricoles pour courant triphasé 500 V et, dans chacun d'eux, la vitime fut électrisée en saisissant les poignées métalliques du chariot. L'un de ces deux accidents est imputable à la trop grande résistance de la prise de terre (500 ohms), l'autre à une avarie survenue à la ligne de terre à l'intérieur de la fiche. Le conducteur de terre s'était cassé et était entré en contact, dans la fiche, avec un conducteur de phase, mettant ainsi sous tension la carcasse du moteur et le chariot. Des incidents analogues, dus à l'insuffisance du cloisonnement dans la fiche, étaient fréquents avec les modèles anciens. — Les perceuses et meules portatives ont causé 5 accidents. Dans deux cas, l'enquête permit d'établir qu'il y avait eu, à la prise de courant, interversion entre le conducteur de terre et un conducteur actif. Dans deux autres cas, il y avait eu simultanément défaut d'isolement et détachement du fil de terre.

Les accidents occasionnés par des *lampes transportables* ont été nombreux en 1935. Nous en avons enregistré neuf, dont cinq mortels. Un électricien et un garçon boucher furent électrocutés, chacun dans une cave, et un paysan dans une étable, tous pour avoir utilisé des douilles ordinaires en guise de lampes baladeuses, et pour avoir, de ce fait, saisi des pièces sous tension. Un autre paysan succomba pour avoir employé dans une écurie une lampe baladeuse d'un modèle ancien. L'enveloppe de la douille, qui n'était pas noyée, se trouvait sous tension par suite d'un défaut d'isolement. Cette lampe avait été vérifiée peu de temps auparavant. Au lieu de la remplacer, comme il aurait fallu, on s'était contenté de munir la douille d'une bague réglementaire. La victime du cinquième accident mortel est une femme qui avait suspendu une lampe de table métallique au-dessus de sa baignoire. La bague de la douille s'étant dévissée, le pas de vis vint à toucher l'enveloppe de la douille, mettant toute la lampe sous tension. La femme fut électrocutée en saisissant la lampe alors qu'elle était dans la baignoire. Ces cinq électrocutions ont été provoquées par les tensions suivantes: dans les caves 125 V et 145 V, dans l'étable et dans l'écurie 220 V, dans la baignoire 110 V ou 220 V. Ces accidents ne font que confirmer le fait, maintes fois observé, que l'emploi de lampes portatives inadéquates peut mettre la vie humaine en danger, même sous des tensions assez basses, et surtout dans les lieux humides ou mouillés, tels que caves, écuries, salles de bain. — Nous relaterons encore un accident, qui prouve combien il est justifié d'exiger que les lampes portatives soient alimentées sous 36 V au maximum, lorsqu'elles sont utilisées dans des locaux mouillés ou impregnés. Il s'agit d'un ouvrier qui s'éclairait à l'intérieur d'une chaudière au moyen d'une lampe baladeuse alimentée sous 110 V. Cette lampe étant tombée sur le fond de la chaudière, dans une flaque d'eau de soude, l'ouvrier voulut la ramasser en la saisissant par le panier protecteur. Il fut fortement électrisé et ne dut son salut qu'à la présence d'esprit d'un camarade, qui le vit et retira la fiche avant qu'il ait été atteint gravement.

Parmi les accidents causés par des *installations d'éclairage fixes*, nous mentionnerons le décès d'une femme de 71 ans, provoqué par le mauvais état d'une ligne sur isolateurs située dans une cave. Les fils étaient partiellement dénudés et détachés des isolateurs. N'ayant pas vu la victime pendant assez longtemps, sa famille se mit à sa recherche, et on la trouva étendue, sans vie, dans la cave, tenant encore dans ses mains fortement brûlées un fil arraché, précisément dénudé à cet endroit. La tension d'électrocution avait été de 220 V.

Aucun accident provoqué par un *appareil électro-médical* (de radioscopie ou autre) n'a été signalé à l'Inspectorat au cours de l'année 1935.

Les *autres parties d'installations intérieures* ont fait quatorze victimes, dont quatre sont décédées. Huit d'entre elles sont des monteurs qui, en travaillant à des appareils sous tension, furent soit fortement électrisés, soit brûlés par des arcs accidentels. L'un de ces monteurs fut même électro-

cuté. Occupé à la révision d'un ascenseur, il se trouvait dans la chambre du treuil, accroupi pour observer sous tension le fonctionnement d'un relais à 380 V. C'est probablement en voulant se relever qu'il heurta de la tête une pièce sous tension et fut atteint. Lorsqu'on le trouva, gisant à cet endroit, il avait cessé de vivre depuis longtemps. — Parmi les autres accidents survenus dans des installations intérieures, nous mentionnerons l'électrocution du fils d'un aubergiste, qui se produisit de la manière suivante: Sur la plaque métallique du comptoir se trouvait un percolateur électrique dont le cordon était détérioré; par suite de ce défaut, toute la plaque métallique en question, y compris le monte-bière, se trouvait présenter une tension de 220 V par rapport à la terre. Le fils de l'aubergiste, ne s'en doutant pas, voulut mettre en perce un fût de bière. Debout sur le sol humide de la cave, il saisit le tuyau métallique du monte-bière et succomba sous l'effet du courant qui traversa son corps. — Citons encore un accident mortel occasionné par un fer à repasser dans des conditions que l'Inspectorat, averti avec plusieurs jours de retard, n'a pu élucider complètement. Il a frappé une jeune fille et est survenu dans une chambre dont le plancher est en bois. Il y a lieu de supposer que, par suite d'un défaut à l'intérieur du connecteur, l'enveloppe du fer se sera trouvée reliée à l'un des pôles, tandis que l'autre pôle se sera trouvé en contact avec la spirale qui protégeait le cordon au-dessus du connecteur. La victime peut s'être ainsi exposée à une tension de 220 V en touchant simultanément le fer et la spirale. — Il y a lieu de signaler encore un accident mortel, dû à un concours de circonstances assez particulières. Voulant tempérer sa salle de bains, une personne avait installé dans le lavabo un radiateur parabolique à pied métallique. Or, le grillage protecteur de ce radiateur, qui n'était plus maintenu dans sa place normale, établissait une liaison entre la spirale chauffante et le réflecteur. D'autre part, le pied du radiateur touchait l'orifice de vidange du lavabo. Il en résulte qu'en enfonçant la fiche, on mettait sous tension le tuyau en plomb de la vidange du lavabo. Ce tuyau lui-même, sans être directement relié au tuyau de vidange de la baignoire, le touchait en un point, de sorte que la baignoire entière, et en particulier la chaînette retenant le bouchon de la vidange, se trouvait sous une tension d'environ 125 V par rapport à la terre. Quand la personne en question, assise dans la baignoire encore vide et touchant de son dos la chaînette, saisit, pour l'ouvrir, le robinet de la douche, elle établit par son corps une liaison entre le réseau électrique et la terre, ce qui lui fut fatal. — Le fait que plusieurs accidents graves se sont encore produits ces dernières années dans des salles de bain démontre que tout le monde ne se rend pas encore assez compte combien il est dangereux d'y utiliser des appareils électriques mobiles.

Sur la lumière par décharge en atmosphère gazeuse.

Les propriétés caractéristiques de la lumière émise par les lampes à décharge en atmosphère gazeuse, au triple point de vue physique, physiologique et psychologique; leurs conséquences.

Rapport sur la 13e conférence-discussion universitaire à l'Ecole polytechnique fédérale, le 22 février 1936.

Introduction.

621.327

Le 22 février 1936 a eu lieu, sous la présidence de M. le prof. Dr **B. Bauer**, une assemblée de discussion organisée par la division d'électrotechnique de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich sur le sujet très actuel de la lumière émise par les tubes à décharge en atmosphère gazeuse, considéré à la fois sous l'angle de la technique de l'éclairage et sous celui du rendement économique. Nous publions dans ce numéro et dans l'un des prochains numéros du Bulletin les conférences principales faites par les représentants des deux grands trusts à la tête de cette branche, soit la société Philips et les usines Osram, ainsi que la discussion.

Le professeur **Bauer** commença par attirer l'attention de l'auditoire sur l'importance du problème pour l'économie électrique. En Suisse, cette dernière a tout intérêt à suivre attentivement l'évolution de la nouvelle technique de l'éclairage, notre pays venant en tête pour l'éclairage domestique et des installations publiques, avec une consommation annuelle d'électricité de 47 kWh par habitant [1]). (La moyenne équivalente pour l'Europe entière est d'environ 20 kWh par habitant et par an.) D'après la statistique de l'UCS [2]), valable en Suisse pour 3,5 millions d'habitants sur une population totale de 4,1 millions, le 25 % environ, soit $148 \cdot 10^6$ kWh,

[1]) Voir «La consommation d'énergie électrique pour l'éclairage en Europe», par Bruno Seeger, Bull. ASE 1935, No. 24, p. 698.

[2]) Bull. ASE 1935, No. 23, p. 633.

de l'énergie absorbée par les ménages ($597 \cdot 10^6$ kWh) sert à l'éclairage, alors que les recettes provenant de la vente d'énergie pour l'éclairage représentent le 67 % (56,6 millions de francs) des recettes totales (84 millions).

L'orateur estime à 200 millions de kWh en chiffre rond la consommation pour l'éclairage public et privé en Suisse, c'est-à-dire à 8 % de la vente totale d'énergie électrique. Le quart environ, soit 53 millions de kWh, sert à l'éclairage public selon J. Guanter [3]). Si l'on compte au prix normal tout le courant que les centrales livrent gratuitement, ou presque, pour l'éclairage des rues et des bâtiments publics, l'électricité utilisée annuellement en Suisse dans des buts d'éclairage représente une contrevaleur de près de 80 millions de francs. Il est facile de voir quelle répercussion sur la situation financière des centrales aurait une réduction de l'énergie nécessaire à l'éclairage, à la moitié ou même au tiers de la demande actuelle, si les perfectionnements techniques le permettaient. Il est vrai que, dans un avenir prochain tout au moins, c'est surtout pour l'éclairage des rues que la lumière par décharge en atmosphère gazeuse sera intéressante; mais il est sage de prévoir à temps les conditions nouvelles qui résulteront d'une extension éventuelle de cette innovation à l'éclairage domestique et industriel.

[3]) Bull. ASE 1935, No. 4, p. 104.

Première conférence

par M. Ir. *G. B. Van de Werfhorst*, professeur à l'Université d'Utrecht.

Traduction.

L'auteur expose les particularités des lampes à décharge en atmosphère gazeuse, celles d'ordre physique (coefficient d'efficacité et brillance élevés, spectre discontinu) et celles d'ordre physiologique (vision à la lumière colorée: courbe de jour et courbe de nuit, effet de contraste). Il montre que ces lampes se prêtent remarquablement bien à l'éclairage des routes, la lumière du sodium convenant plus particulièrement aux artères interurbaines à trafic automobile, la lumière du mercure aux voies de communication reliant le centre des villes à la banlieue, le mélange enfin de lumière au mercure et de lumière par incandescence étant préférable pour l'éclairage des rues principales, en pleine ville. La signalisation ouvre un autre champ d'application intéressant à ces nouvelles sources de lumière.

Un chapitre est consacré à la lampe à vapeur de mercure à surpression d'Elenbaas et Bol. L'auteur décrit les types de lampes ayant servi jusqu'ici aux expériences, dont l'un, à refroidissement par circulation d'eau, atteint la brillance énorme de 170 000 bougies internationales par cm². Ces lampes ont surtout ceci de remarquable que, lors de décharges sous un gradient de potentiel suffisamment élevé, elles émettent un spectre continu, auquel se superpose le spectre discontinu de la vapeur de mercure.

Enfin, l'auteur montre par un exemple l'effet de l'éclairage sur le spectateur et toute la valeur qu'il convient d'attribuer à la qualité de la lumière. Il est d'avis que toute utilisation meilleure de l'énergie aura pour corollaire un accroissement de la consommation d'énergie.

Es werden die Eigentümlichkeiten der Gasentladungslampen in physikalischer Hinsicht (grosse Lichtausbeute, Linienspektrum, grosse Leuchtdichte) und in physiologischer Hinsicht (Sehen beim farbigen Licht: Tages- und Nacht-Kurve, Kontrastwirkung) besprochen. Es wird gezeigt, dass sich diese Lampen in hervorragender Weise für die Strassenbeleuchtung eignen, und zwar das Natriumlicht für Automobil-Ueberlandstrassen, das Quecksilberlicht für die Verbindungsstrassen von Stadtgrenze zum Zentrum und die Mischung von Quecksilber- und Glüh-Licht für die Hauptstrassen in der Stadtmitte. Eine weitere, besonders interessante Anwendung ist das Signalwesen.

Ein Abschnitt ist der Ueberhochdruck-Quecksilberlampe von Elenbaas und Bol gewidmet. Es werden die bisherigen Versuchstypen beschrieben, von denen ein wassergekühlter Typ eine Leuchtdichte von 170 000 int. K pro cm² erreicht. Das Interessanteste an diesen Lampen ist, dass sie bei genügend hohem Spannungsgradienten der Entladung ein kontinuierliches Spektrum erzeugen, dem das normale Linienspektrum des Quecksilberdampfes überlagert ist.

Schliesslich wird noch die Wirkung des Lichtes auf den Menschen und die Bewerbung der Lichtqualität und der aufgewendeten Energie an einem Beispiel dargestellt. Der Referent steht auf dem Standpunkt dass jede bessere Ausnützung der Energie eine Steigerung des Energieverbrauches zur Folge hat.

J'aimerais tout d'abord remarquer que, dès que l'on parle de «lumière», on sous-entend également *l'élément physiologique*. Qu'est-ce donc que la «lumière»? On sait généralement que la lumière est une radiation électromagnétique, ou plus précisément la partie de cette radiation que l'œil humain peut percevoir. Cette partie comprend les longueurs d'ondes de 3700 à 7300 Å [1]). En dessous de 3700 Å, il s'agit des radiations ultra-violettes et en dessus de 7300 Å des radiations infra-rouges; l'œil ne perçoit pas ces radiations. L'énergie de la radiation visible peut être mesurée en unités CGS, comme toute grandeur physique. Mais, ce faisant, on ne mesure pas encore la «lumière». La lumière est en effet ce que l'on voit, c'est-à-dire ce qui est déterminé entre autres par la sensibilité de l'œil. Il s'agit donc d'une grandeur physiologique et non pas physique.

Si l'on émet, dans toute la bande comprise entre 3700 et 7300 Å, une même quantité d'énergie sous forme de rayonnement, on constate que l'œil ne perçoit nullement ce rayonnement comme une même quantité de lumière sur toutes les longueurs d'ondes. L'œil est beaucoup plus sensible à la radiation de telle ou telle longueur d'onde, cette sensibilité variant approximativement selon la courbe T de la figure 1. C'est à la lumière de longueur d'onde de 5550 Å environ (lumière jaune-verte) qu'il est le plus sensible. Pour les longueurs d'ondes plus grandes et plus courtes, la sensibilité

[1]) $\text{Å} = \text{Angström} = \frac{1}{10}\, \text{m}\mu = 10^{-4}\, \mu = 10^{-8}$ cm.

diminue. Ainsi, pour une lumière rouge de 6500 Å par exemple ou pour une lumière bleue d'environ 4750 Å, la sensibilité n'atteint que le $^1/_{10}$ de la valeur maximum. Avec la lumière rouge de 6500 Å ou la lumière bleue de 4750 Å, on doit donc mettre en jeu une puissance dix fois supérieure (dix fois plus de watts) à celle nécessaire pour la lumière jaune-verte de 5550 Å, si l'on veut obtenir la même impression lumineuse [2]). On néglige bien trop souvent ce fait physiologique, essentiel à tout ce qui a trait à la lumière. Pour la lumière émise par les lampes à décharge en atmosphère gazeuse, ce fait a une extrême importance.

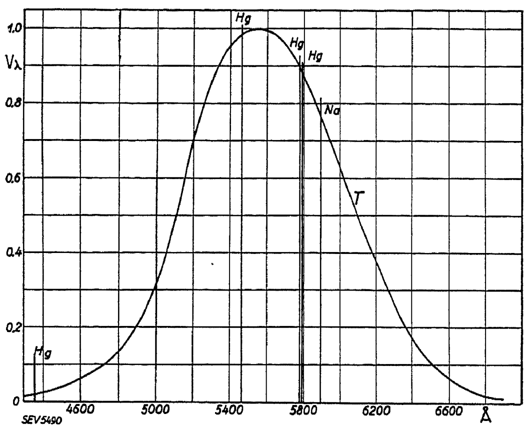


Fig. 1.
Courbe internationale de visibilité relative pour forte luminosité (courbe diurne *T*).

Une seconde remarque préalable concerne la fourniture de l'énergie électrique et plus particulièrement la répartition de l'énergie électrique utilisée pour l'éclairage. On doit, en effet, connaître cette répartition pour pouvoir se rendre compte de l'influence que peut avoir une plus ample utilisation des lampes à décharge en atmosphère gazeuse.

La répartition de l'énergie électrique utilisée pour les diverses applications de l'éclairage est à peu près la suivante:

Habitations	40 %
Devantures, magasins	13 %
Grosse industrie, y compris services des ports	9 %
Petite industrie	4 %
Bâtiments publics, églises, écoles, hôpitaux	8 %
Théâtres, cinémas, hôtels, restaurants	12 %
Eclairage des voies publiques	11 %
Divers (gares, centrales d'électricité, tramways, etc.)	3 %

Cette répartition est basée sur des données établies avec soin pour la Ville d'*Amsterdam* en temps normaux (1927 à 1931) et s'entend pour l'éclairage normal par lampes à incandescence. Ces chiffres peuvent être considérés comme une bonne moyenne générale, car Amsterdam même offre à cet égard une excellente moyenne, entre autres pour les raisons suivantes: cette ville possède avec les services du port une assez grande industrie, sans être toutefois particulièrement industrielle; ce n'est pas non plus une ville essentiellement maritime. L'éclairage des rues est bon, sans être très développé. Si l'on avait considéré les chiffres d'Oslo ou de Zurich, qui sont probablement les villes les mieux éclairées du monde, cette moyenne aurait été faussée; de même (mais en sens inverse) si l'on avait considéré Londres, dont le 60 % de l'éclairage public est encore actuellement assuré par le gaz. Enfin, la manière de mesurer l'énergie d'Amsterdam permet de séparer la consommation due à l'éclairage de celle due à la force motrice, aussi dans les habitations.

L'importance de l'emploi d'une nouvelle source lumineuse très «économique» dépend de l'importance du domaine d'application considéré. Il y a lieu d'en tenir suffisamment compte dans les considérations qui suivent.

A. Propriétés physiques.

Considérons tout d'abord celles des propriétés des lampes à décharge en atmosphère gazeuse qui ont une importance *au point de vue physique.*

Ces lampes ont un meilleur coefficient d'efficacité. La comparaison avec d'autres types de lampes est à peu près la suivante:

Lampes à filament de charbon 3 lumens/watt,
Lampes normales à incandescence 13 à 15 lumens/watt,
Lampes à décharge en atmosphère gazeuse 30 à 80 lumens/watt [3]).

Rappelons en outre que la lumière émise par une lampe à décharge en atmosphère gazeuse ne présente généralement pas un spectre continu, comme c'est le cas pour la lumière du soleil, de la flamme de gaz et des lampes à incandescence. La lumière à spectre continu renferme des radiations de *toutes* les longueurs d'ondes; elle se compose de lumière violette, indigo, bleue, verte, jaune, orangée et rouge (avec toutes les nuances intermédiaires) et donne l'impression d'être «blanche». Par contre, la lampe à décharge en atmosphère gazeuse présente la propriété d'émettre seulement de la lumière de quelques longueurs d'ondes déterminées, jaune-orangée pour la lampe à vapeur de sodium, jaune, verte et bleue [4]) pour la lampe à vapeur de mercure (fig. 1).

On dit qu'un objet est rouge ou bleu ou vert, quand il ne réfléchit «que» (ou plus exactement

[2]) On se rappellera que «l'intensité lumineuse», «le flux lumineux» et «l'éclairement» de toutes les sources lumineuses sont tous basés sur cette considération. La courbe *T* de la figure 1 a été établie par la Commission Internationale de l'Eclairage à Genève (1924).

Cf. la brochure «Die bisherigen Arbeiten der Internationalen Beleuchtungskommission», éditée par le Comité Suisse de l'Eclairage (1932) et que l'on peut obtenir au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, au prix de fr. 1.—.

[3]) A vrai dire, ces données sont également basées sur une considération d'ordre physiologique, car le flux lumineux (lumen) est une grandeur physiologique.

[4]) La lampe à vapeur de sodium émet des ondes lumineuses de longueurs 5890 à 5896 Å si rapprochées, qu'elles apparaissent comme *une seule* couleur (orangée). La lampe à vapeur de mercure (à haute pression) émet les radiations suivantes:

5770 et 5790 Å (jaune)	environ 47 %
5461 Å (vert)	» 52 %
4358 Å (bleu)	» 1 %

(bleu 1 %, y compris 4047 et 4070 Å).

«principalement») les radiations rouges ou bleues ou vertes de la lumière incidente et absorbe toutes les autres radiations. Dans le cas de l'éclairage par lampes à décharge, la lumière réfléchie (donc également la couleur) est très différente de celle de l'éclairage avec une lumière blanche. Ainsi, un objet bleu éclairé par une lampe à vapeur de sodium restera noir, car cette lampe n'émet que des radiations orangées-jaunes et aucune radiation bleue; l'objet bleu absorbe donc toutes les radiations orangées-jaunes et ne réfléchit rien.

On applique en photographie ce phénomène, qui rentre entièrement dans le domaine physique des lampes à décharge en atmosphère gazeuse. Le photographe Ziegler, à La Haye, a fait à ce sujet des essais tout à fait remarquables. Il a éclairé des groupes de personnes, des fleurs et divers objets avec la lumière émise par la vapeur de sodium et avec un mélange de lumière de vapeur de sodium et de vapeur de mercure, puis il a pris des vues avec cette lumière sur des plaques super-panchromatiques. Les résultats sont étonnants: la dégradation des couleurs, par exemple entre les cheveux bruns, châtains et blonds, est beaucoup mieux rendue qu'avec toute autre lumière (même avec la lumière du jour). Il s'agit d'un phénomène purement physique: de quelle façon l'objet réfléchit-il la lumière reçue et de quelle façon la lumière réfléchie impressionne-t-elle la plaque sensible? Le fait qu'un groupe de personnes éclairé à la lumière émise par des lampes à décharge apparaît très laid à un *spectateur* est tout à fait indépendant de ce résultat.

Un autre point présentant un intérêt purement physique est la brillance extraordinaire réalisable avec certaines lampes à décharge en atmosphère gazeuse. Cette brillance intense peut revêtir une importance considérable pour les projecteurs, les projections de films, les prises de vue, etc.

B. Propriétés physiologiques.

Les propriétés des lampes à décharge en atmosphère gazeuse exercent une action physiologique beaucoup plus marquée.

Comme je viens de le dire, les objets éclairés ne réfléchissent (chacun selon sa couleur) que les couleurs qui se trouvent dans la lumière incidente, de sorte que l'on ne voit que ces couleurs. Par conséquent, lorsqu'il s'agit d'un éclairage par lampes à décharge en atmosphère gazeuse, qui ne comporte que quelques couleurs, on ne voit évidemment que ces quelques couleurs. *La coloration des objets environnants est donc entièrement altérée.* A première vue, on pourrait croire qu'une telle lumière est inutilisable. Cela tient à ce que nous sommes habitués à vivre et à travailler dans une lumière blanche (comprenant donc toutes les couleurs).

La lumière émise par les lampes à décharge en atmosphère gazeuse nous place devant un complexe de questions entièrement nouvelles:

Voit-on toujours les couleurs?

Est-il toujours nécessaire de voir en couleurs?

Entre quelles limites interviennent pratiquement la vision par les bâtonnets et la vision par les cônes de la rétine?

On savait bien jusqu'ici que l'œil humain possède deux éléments sensibles à la lumière: les cônes et les bâtonnets situés dans la couche supérieure de la rétine, et que les cônes sont sensibles aux couleurs, tandis que les bâtonnets ne le sont pas. On savait également que les cônes ne réagissent qu'à partir d'un certain niveau lumineux mais non en dessous; tandis que, dans ce dernier cas, ce sont les bâtonnets qui permettent la vision. On ne l'ignorait pas, mais ces faits physiologiques restaient confinés aux laboratoires, c'est-à-dire fort éloignés des questions d'éclairage pratique.

Mais à l'heure qu'il est, ces constatations sont entrées dans le domaine de la pratique. On sait donc que l'on ne distingue pas les couleurs quand l'éclairage est faible. *Dans ce cas, le manque de*

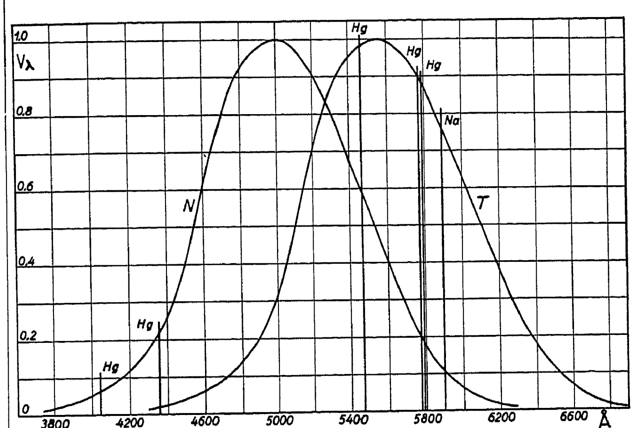


Fig. 2.
Courbe internationale de visibilité relative pour forte luminosité (courbe diurne *T*, comme fig. 1) et courbe pour faible luminosité (courbe nocturne *N*).

couleurs de la lumière émise par les lampes à décharge en atmosphère gazeuse ne joue donc aucun rôle.

Un autre fait a acquis une grande importance: La courbe de visibilité relative *T* représentée sur la figure 1 est basée sur la vision fovéale (fovea centralis = partie centrale de la tache jaune de la rétine, où ne se trouvent que des cônes) par les cônes, qui entre en ligne de compte aux niveaux lumineux correspondant à la lumière du jour. En revanche, lorsque, aux faibles niveaux lumineux, la vision est assurée par les bâtonnets, l'allure de la courbe reste bien à peu près la même, *mais elle est décalée vers le bleu par rapport à la courbe T* et atteint son maximum vers 5010 Å (courbe nocturne *N*). Ces deux courbes sont représentées sur la fig. 2.

Tant que l'on n'éclairait qu'à la lumière blanche, ce phénomène n'avait pas grande importance. Mais depuis l'application des lampes à décharge en atmosphère gazeuse, il en est tout autrement:

Si l'on éclaire une surface avec une source lumineuse connue et si l'on connaît toutes les propriétés de réflexion et d'absorption de cette surface, on peut calculer la lumière réfléchie dans une certaine direction par cette surface. L'intensité lumineuse réfléchie par unité de surface est appelée «brillance» [5]). Une autre question est de savoir quelle est la clarté de cette surface observée par l'œil humain. On pourrait appeler cette grandeur «luminosité» [6]) [en allemand «Helligkeit», selon Bouma [7])]. La brillance et la luminosité s'expriment toutes deux en bougies par cm^2 ou par m^2. Quand le niveau lumineux est élevé, ces deux grandeurs sont pratiquement identiques. Mais ce n'est plus le cas quand le niveau lumineux baisse. Si l'on considère par exemple, dans la fig. 2, une source lumineuse qui émet une lumière de 5890 Å de longueur d'onde, cette lumière est de 77 % par rapport à la valeur maximum de la courbe T, pour la même quantité spectrale d'énergie. Ce *rapport* reste inchangé, même si la quantité de lumière varie, tant que la vision suit la loi de la courbe T. Toutefois, quand la quantité de lumière devient très faible, à tel point que la vision obéit à la loi de la courbe N, on constate que le rapport entre cette quantité de lumière et la valeur maximum n'est plus que de 11 %.

Il va de soi qu'il existe une transition entre la vision selon la courbe T et la vision selon la courbe N.

Les lampes à vapeur de sodium ont trouvé leur première application dans l'éclairage des voies publiques. On a été frappé immédiatement par le grand effet de contraste et la vision agréable. Les considérations précédentes nous en donnent l'explication et montrent en outre quelle est la ligne à suivre pour obtenir d'autres améliorations. Je vous donnerai de plus amples précisions à ce sujet, en considérant l'éclairage des voies publiques. Toutefois, afin d'éviter tout malentendu, il convient de remarquer ce qui suit:

L'éclairage à la vapeur de sodium supprimant toutes les couleurs, il ne doit être utilisé que là où la sécurité est le seul facteur déterminant et où l'esthétique et d'autres facteurs semblables sont sans importance. Je propose le classement suivant:

Routes pour automobiles à fort trafic	Eclairage à la vapeur de sodium.
Artères reliant la périphérie au centre de la ville	Eclairage à la vapeur de mercure.
Rues principales du centre de la ville	Eclairage mixte à la vapeur de mercure et à incandescence.

[5]) L'ancienne désignation «éclat» a été rejetée par la Commission Internationale de l'Eclairage.

[6]) En français, il n'existe pas encore de désignation déterminée. On pourrait employer le mot «éclat», mais celui-ci a déjà une autre signification. On pourrait aussi proposer «brillance apparente».

[7]) Bouma, Licht und Lampe, Vol. 24 (1935), p. 217—219.

Au cours de cet exposé, l'éclairage à la vapeur de sodium doit donc être considéré comme éclairage pour routes à automobiles.

Quel est le but d'un tel éclairage? La visibilité doit être suffisante pour que l'on puisse circuler à des vitesses de 80 à 100 km/h, par exemple. Pour bien voir, il faut qu'il existe des contrastes. On doit donc faire en sorte que les objets placés sur la route se détachent du fond. Pour les routes à automobiles, le fond est constitué principalement par le revêtement de la chaussée et les bordures de la route.

De jour, on peut constater facilement que, dans presque toutes les conditions d'éclairage, on voit les *objets* de la route en *sombre* sur *fond clair* [8]) et que, de jour également, on voit généralement les contrastes non pas en couleur, mais en clair et obscur. Cela signifie que le facteur de réflexion du fond moyen est plus élevé que celui de l'objet moyen. De nombreuses mesures ont confirmé ce fait, mieux encore que l'on ne pouvait généralement s'y attendre:

Le facteur de réflexion des piétons et des cyclistes n'atteint que 2 à 5 %. Il n'a dépassé 5 % que dans un seul cas spécial. Il en va de même pour les automobiles et les camions, naturellement dans la direction de l'observateur circulant sur la route. En moyenne, le facteur de réflexion de la route est compris entre 35 et 15 %. Si l'on table sur une valeur moyenne de 4 % pour l'objet et de 20 % pour le fond, on constate donc que, pour un même éclairage, la brillance du fond est cinq fois supérieure à la brillance de l'objet. Il s'ensuit que la luminosité du fond est également cinq fois plus grande que celle de l'objet, pour la vision diurne (courbe T) d'un tel éclairement. On perçoit donc l'objet foncé sur fond clair avec un contraste de 1 : 5.

Cette constatation s'applique naturellement aussi à l'éclairage artificiel. On doit veiller à ce que l'objet (surface verticale) reste sombre et que le fond (revêtement de la chaussée, surface horizontale) soit éclairé; autrement dit la lumière doit uniquement rayonner verticalement, vers le bas, sur la route. En pratique, cette exigence ne peut évidemment pas être réalisée d'une façon absolue, mais on peut s'en rapprocher sensiblement par une disposition judicieuse de l'installation d'éclairage.

Supposons que l'on dispose d'un éclairage à la vapeur de sodium, d'une intensité telle que l'on voie dans tous les cas selon la courbe T (fig. 2) et que le contraste entre l'objet et le fond soit de 1 : 5. Soit A la valeur de l'éclairage. Réduisons cette valeur A à $^1/_{10}$, donc à $\frac{A}{10}$. L'objet et le fond deviennent alors moins clair, les deux brillances diminuent, mais *dans le même rapport;* le contraste reste comme auparavant de 1 : 5. Réduisons encore l'éclairage à $^1/_{100}$, donc à $\frac{A}{100}$. La brillance de l'ob-

[8]) On sait également que la photographie des objets rapprochés de l'objectif (qui sont les plus sombres) exige une plus longue exposition que celle d'un paysage.

jet et du fond est à nouveau réduite dix fois. En va-t-il de même pour la luminosité? On suppose un éclairage à la vapeur de sodium, donc avec une lumière d'une longueur d'onde de 5890 Å (voir fig. 2). Il est possible que la luminosité du fond clair soit encore suffisante pour qu'on la perçoive selon la courbe T, tandis que la luminosité cinq fois plus faible de l'objet est déjà si faible qu'on ne voit cet objet que selon la courbe *N*. Or, les impressions visuelles selon les courbes *T* et *N*, pour une lumière de 5890 Å, se comportent comme 77 % à 11 % (voir fig. 2), donc comme 7 : 1. Dans le cas considéré, les luminosités de l'objet et du fond ne sont plus de 1 : 5, mais de 1 : 35 avec l'éclairage réduit que nous venons de considérer. Ainsi, en utilisant cette lumière émise par des lampes à décharge en atmosphère gazeuse avec l'intensité lumineuse choisie, on obtient *un effet de contraste septuplé!*

En pratique, on ne peut pas atteindre cet effet-limite de 1 : 7 et l'on doit se contenter du domaine de transition entre les courbes *T* et *N*. On peut toutefois réaliser un rapport de 1 : 4, ce qui signifie tout de même que l'*on peut augmenter jusqu'à 1 : 20 le contraste observé*, alors que le contraste donné par les facteurs de réflexion atteint par exemple 1 : 5. L'éclairage par lampes à vapeur de sodium permet donc *un effet supplémentaire qui n'a jamais pu être obtenu avec les sources de lumière blanche normale.* En effet, les rayons jaunes, orangés et

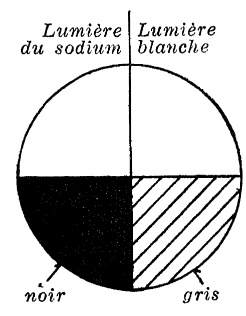


Fig. 3.

Expérience pour représenter l'effet de contraste en «vision diurne» et en «vision nocturne».

rouges de la lumière blanche (bande en dessus de 5550 Å) provoquent bien l'effet décrit, mais en revanche les rayons verts, bleus et violets (bande en dessous de 5550 Å) provoquent l'effet contraire: ils augmentent précisément, selon la courbe *N*, la luminosité très faible selon la courbe *T*. Ainsi, les rayons bleus de la lumière à vapeur de mercure (voir fig. 2), de 4358 Å de longueur d'onde environ, qui atteignent le 2 % du maximum selon la courbe *T*, atteignent 22 % selon la courbe *N;* ils éclairent donc l'objet qui doit rester sombre.

On peut montrer cela très simplement à l'aide d'un cercle subdivisé en 4 parties; les deux quarts supérieurs sont blancs, les deux autres gris (fig. 3). On éclaire le côté droit avec une lumière blanche et le côté gauche avec une lumière à vapeur de sodium, de telle sorte que les quarts blancs supérieurs présentent la même luminosité. Si l'effet mentionné ci-dessus n'existait pas, les deux quarts inférieurs devraient être alors tous deux identiquement sombres. Or, on constate que le quart de gauche est d'un noir profond (lumière à vapeur de sodium), tandis que le quart de droite est grisâtre (lumière blanche).

Il est toutefois remarquable que l'on soit ainsi manifestement capable de voir *simultanément* selon la courbe *T* et selon la courbe *N*, quand le champ visuel est suffisamment étendu.

Le conférencier projeta ensuite une série de diapositifs d'installations en service (par exemple l'installation Boschdijk à Eindhoven, la route de Vilvorde, les tronçons de route Bruxelles-Anvers et Altstetten-Schlieren-Zurich [9]), qui donnèrent une impression de la réalité. En considérant ces projections, il ne faut toutefois pas oublier que la photographie ne peut jamais rendre le contraste renforcé, tel qu'il apparaît réellement. Les photographies sont donc moins contrastées que la réalité.

Applications.

Au point de vue de l'économie de l'énergie, il y a lieu de remarquer tout particulièrement que les nombreux *éclairages routiers* assurés par des lampes à vapeur de sodium concernent des objets qui n'étaient autrefois pas éclairés du tout. Ils constituent donc pour les services de l'électricité un débouché entièrement nouveau. A ce sujet, il faut relever les récentes décisions des gouvernements belge et hollandais relatives à l'éclairage des voies publiques par lampes à vapeur de sodium. Dans tous les pays, la plupart des routes sont sous le contrôle des administrations publiques. Les gouvernements assument l'établissement et l'entretien de ces voies, mais ne s'occupent pas de leur éclairage. *Or, en Belgique et aux Pays-Bas, on a abandonné ce point de vue.* Le gouvernement belge a décidé d'entreprendre l'éclairage des artères principales avec des lampes à vapeur de sodium. L'administration compétente a déjà projeté l'éclairage de la route de Bruxelles à Anvers (50 km). Le gouvernement hollandais a pris une décision semblable; il est même allé plus loin, car l'exécution de l'éclairage de l'artère principale Amsterdam-Haarlem (20 km) a déjà commencé et sera achevée en septembre 1936. Ces deux gouvernements savent quelles seront les conséquences de leur décision: on sera obligé d'étendre peu à peu cet éclairage à tout le réseau routier principal.

Je répète que l'éclairage des voies publiques au moyen de lampes à vapeur de sodium représente un débouché entièrement nouveau pour les services de l'électricité.

Un autre domaine, qui peut être très important pour les lampes à décharge, est la *signalisation.* Je ne puis qu'effleurer ce sujet. Les offices internationaux du trafic par automobiles et par avions cherchent à établir une signalisation internationale. Cela signifie qu'un signal lumineux déterminé, de couleur déterminée, doit être perçu sans hésitation comme tel par tous les usagers. On ne peut pas s'entendre d'avance, comme dans le cas des chemins de fer. On ne peut se borner à choisir un ton de couleur, rouge par exemple, et à dire: Nous appelons rouge cette couleur et quand ce rouge apparaît, il

[9]) Voir Bull. ASE 1935, No. 25, p. 705.

a telle ou telle signification. Dans le trafic public, on est obligé au contraire d'utiliser un rouge *qui soit perçu par chacun comme couleur rouge;* de même pour les autres couleurs. Il est donc intéressant de savoir *de quelle couleur* nous voyons la lumière des différentes longueurs d'ondes; cette question est tout autre que cette que nous venons d'examiner, à savoir dans quelle mesure sommes-nous *sensibles* à chaque longueur d'onde.

A ce sujet, d'importants essais ont été entrepris en 1934, dont les fig. 4 et 5 montrent quelques résultats, sur lesquels je ne puis pas m'étendre ici[10]).

Ainsi, d'après les diagrammes de la fig. 4, on constate que le 100 % des observateurs voit «rouge» la longueur d'onde de 6500 Å, tandis que celle de 6100 Å est perçue en «rouge» par 34 % seulement des observateurs, le 18 % voyant «orangé» et le 48 % une couleur intermédiaire (la courbe 7 embrasse toutes les observations en couleurs intermédiaires). La fig. 4 montre entre autres que l'orangé et le jaune ne peuvent pas être utilisés comme couleurs distinctes. Tout au plus pourrait-on les utiliser comme un signal «orangé-jaune».

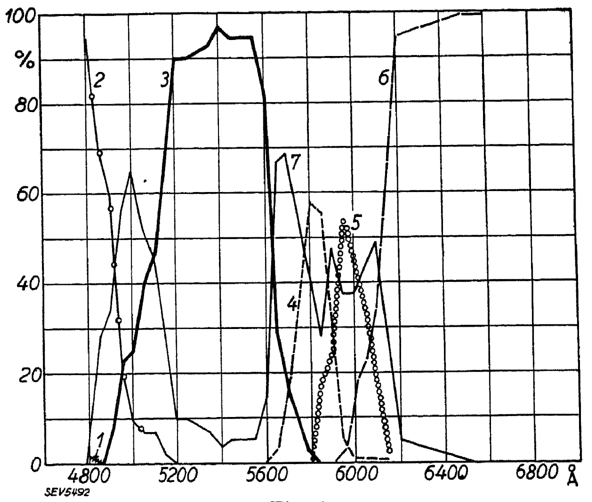


Fig. 4.

Examen de perception des couleurs

pour les couleurs principales du spectre, subi par un grand nombre de sujets.

1 «Violet»; *2* «Bleu»; *3* «Vert»; *4* «Jaune»; *5* «Orangé»; *6* «Rouge»; *7* Doute.

Exemple: Le 24 % des sujets voit la couleur 5900 Å «orangé», le 29 % «jaune» et le 47 % ne la voit ni jaune ni orangé.

La Conférence Internationale de Navigation Aérienne (Genève 1935) a déjà pris une décision dans ce sens et a adopté un «jaune navigation aérienne». La fig. 5 montre où une telle combinaison d'orangé et de jaune doit se trouver. Dans ce cas, on doit tenir compte des observations faites pour la couleur intermédiaire orangé-jaune.

La courbe *10* (en traits mixtes) de la fig. 5 montre ce résultat: le «jaune navigation aérienne» se trouve entre 5850 et 5900 Å. La lumière ainsi colorée est destinée à l'éclairage de bordure des aérodromes.

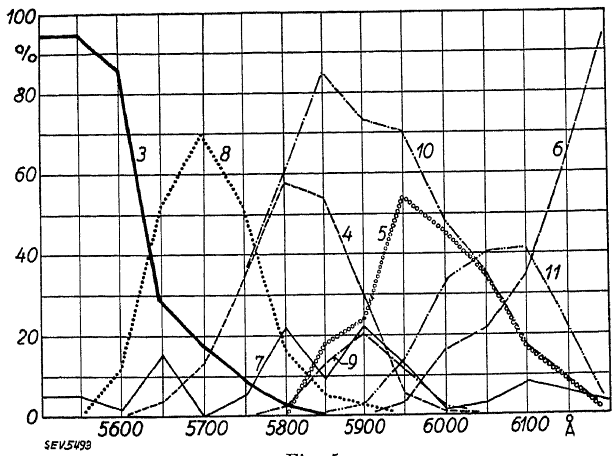


Fig. 5.

Examen de perception des couleurs

pour les couleurs principales et intermédiaires de la partie médiane du spectre, subi par un grand nombre de sujets.

Couleurs principales:

3 «Vert»; *4* «Jaune»; *5* «Orangé»; *6* «Rouge»; *7* Doute.

Couleurs intermédiaires:

8 «Vert-jaune»; *9* «Jaune-orangé»; *10* «Jaune—Jaune-orangé—Orangé»; *11* «Orangé-Rouge».

Dans ce cas, on doit pratiquement se borner à des unités de 60 watts. Si l'on utilise des lampes normales à incandescence, on n'obtient au maximum que 40 lumens par unité, du fait de l'absorption par les filtres. Par contre, si l'on utilise des lampes à vapeur de sodium (5890 et 5896 Å), la même puissance brute de 60 watts fournit 2400 lumens, soit soixante fois plus de lumière!

La lampe à vapeur de mercure à surpression.

Pour terminer, voici quelques renseignements sur la lampe à vapeur de mercure à surpression. Il convient tout d'abord de citer à cet égard les noms de MM. Elenbaas et Bol du Laboratoire de Physique de la Société Philips à Eindhoven, qui ont élaboré théoriquement et pratiquement cette nouvelle lampe à décharge en atmosphère gazeuse.

L'appellation de «lampe à vapeur de mercure à surpression» a été adoptée pour différencier cette lampe des lampes normales à vapeur de mercure, qui sont désignées elles-mêmes par «lampes à haute pression», par opposition aux tubes à décharge de vapeur de mercure utilisés déjà depuis des années, pour les réclames lumineuses par exemple. Tandis que la pression de la lampe normale à vapeur de mercure ne dépasse généralement pas 4 kg/cm², elle ne descend pas au-dessous de 10 kg/cm² env. dans la lampe à surpression.

[10]) Voir à ce sujet les articles suivants:
a) Koninklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam, Proceedings Vol. XXXVII, 1934, p. 385: Examen de perception des couleurs, pour constater l'utilité des verres de signaux. L. S. Ornstein, J. G. Eymers et D. Vermeulen.
b) Economisch Technisch Tijdschrift, No. 3, juin 1935, Maastricht: La vision des couleurs et son importance pour le trafic actuel. Essais de G. B. van de Werfhorst, H. Zijl et E. L. J. Matthews.

Cette lampe comporte un tube de quartz d'un diamètre extérieur de 6 mm et d'un diamètre intérieur de 2 mm. Une électrode est soudée à chacune de ses extrémités. Ce tube renferme une petite quantité de mercure. La décharge entre les deux électrodes subit une légère contraction, de sorte que le diamètre de la décharge est d'environ 1,5 mm. L'énergie que la lampe peut absorber est à peu près proportionnelle à la longueur du tube et dépend en outre du genre d'évacuation de la chaleur, nécessaire à la protection du quartz. On distingue les lampes à refroidissement naturel et les lampes à refroidissement artificiel (par eau). Au laboratoire, on a mis au point, entre autres, les lampes suivantes à refroidissement naturel:

a) une lampe d'environ 75 watts avec longueur de décharge d'environ 18 mm [11]);

b) une lampe d'environ 1000 watts avec longueur de décharge d'environ 200 mm.

Cette seconde lampe est en même temps une «source lumineuse linéaire». Logée selon la ligne focale de réflecteurs cylindriques à base parabolique, elle a servi, à titre d'essai, à l'éclairage de l'aérodrome d'Eindhoven; son coefficient d'efficacité est de 40 lm/W. La diffusion verticale est très faible, le rayonnement horizontal très vaste, c'est-à-dire précisément ce que l'on cherche à obtenir dans pareil cas. Les pilotes de la société hollandaise de navigation aérienne (KLM), qui volent chaque semaine d'Amsterdam à Batavia et retour, estiment que l'aérodrome d'Eindhoven, dont l'aire de 1 km² est éclairée par une seule lampe pour chaque direction du vent, est le mieux éclairé qu'ils connaissent.

On a mis au point des lampes à refroidissement par eau pour 600, 1000, 2500 et 16 000 watts. Leur coefficient d'efficacité atteint environ 60 lm/W. La lampe de 16 000 watts émet un flux lumineux de 1 000 000 de lumens [12]).

La pression interne des lampes à refroidissement naturel est d'environ 16 kg/cm², celle des lampes à refroidissement par eau d'environ 150 kg/cm².

D'autre part, on a construit des lampes de dimensions encore plus faibles, où le tube de quartz présente un diamètre extérieur de 3 mm, un diamètre intérieur de 1 mm et un diamètre de décharge de 0,7 mm environ. Refroidies par eau, ces lampes peuvent être exécutées pour des pressions internes allant jusqu'à 170 kg/cm². Le tableau suivant en donne un aperçu:

Type n°	Longueur mm	W	lm/W	Lumens	Brillance bougies/cm²	Pression kg/cm²	Tens. serv. V	Diam. ext. mm	Diam. int. mm	Diam. Déch. mm
1	18	75	40	3 000	1 100	16	440	6	2	1,5
2	10	600	60	36 000	40 000	150	550	6	2	1,5
3	10	1000	80	80 000	170 000	170	850	3	1	0,7

[11]) Depuis lors, cette lampe est devenue propre à la vente. (Cf. Bull. ASE 1936, No. 13, p. 365.)

[12]) Des exemplaires de toutes ces lampes ont été présentés par le conférencier. Toutes les données s'entendent en lumens et en bougies internationaux.

La lampe n° 1 est à refroidissement naturel, les lampes n^os 2 et 3 sont à refroidissement par eau. La température de ces dernières dépasse 8000° C au-dessus du zéro absolu.

On est frappé tout d'abord par la grande puissance en jeu pour des dimensions aussi extrêmement réduites. D'autre part, la brillance obtenue a une grande importance. La dernière de ces lampes a une brillance de 170 000 bougies/cm², alors que la brillance du soleil est de 150 000 bougies/cm², celle d'une lampe à arc ordinaire de 17 000 bougies/cm² et celle d'une lampe à arc «surintensifiée» de 70 000 bougies/cm² environ.

Les mesures effectuées avec la lampe n° 2 ont donné les résultats suivants:

Gradient de potentiel V/cm	Brillance mesurée bougies/cm²
100	4 700
300	23 700
600	58 000
900	95 000
1400	180 000

Il est inutile d'insister sur l'importance qu'ont ces valeurs pour la projection des films, les prises de vue, les projecteurs, etc.

La caractéristique la plus intéressante de ces lampes est toutefois *la composition spectrale* de la

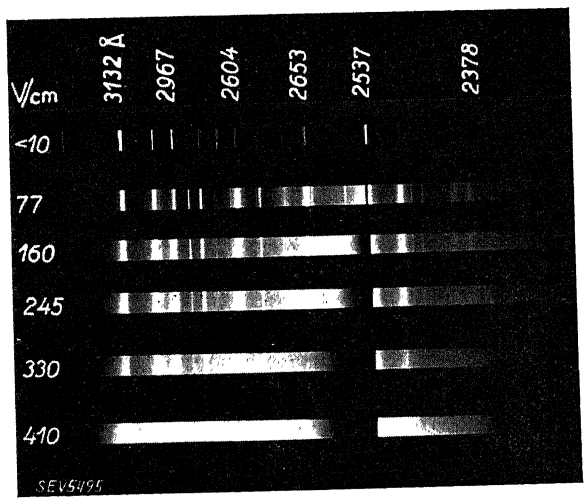


Fig. 6.
Spectre d'une lampe à refroidissement par eau, diamètre intérieur 2 mm, intensité env. 1,3 A, pour différentes valeurs du gradient de potentiel, longueurs d'ondes entre 2300 et 3100 Å.

lumière qu'elles émettent. On savait déjà que les raies normales du spectre de la décharge de mercure s'étendent unilatéralement vers le rouge, quand le gradient de potentiel s'élève [13]). Or, ceci n'est pas seulement le cas pour les raies connues du spectre visible (voir ci-dessus), mais encore dans une plus forte mesure pour les raies de l'ultra-violet, surtout pour la raie d'absorption bien connue 2537 Å (fig. 6). Celle-ci et les autres raies de l'ultra-violet s'étendent sous 500 V/cm jusqu'à 12 000 Å, c'est-à-dire jusque

[13]) H. Kuhn, Z. für Physik, vol. 72 (1931), p. 462. W. de Groot, De Ingenieur, No. 50, E 92—94, juin 1935.

loin dans l'infra-rouge. Ces lampes ont donc un *spectre continu*, qui est combiné au spectre discontinu normal. Il s'agit d'un spectre continu, mais d'une autre composition que celui de la lumière «blanche» émise par les sources lumineuses ordinaires [14].

Les chiffres suivants indiquent en particulier dans quelle proportion le rouge se trouve dans la lumière émise par ces lampes:

lampe de 75 watts (refroidissement naturel):

jaune (5770 et 5790 Å)	33 %
vert (5461 Å)	56 %
bleu-violet (4358, 4047 et 4070 Å)	1 %
«rouge» en dessus de 5900 Å . .	5 %
bleu-vert	5 %

lampe de 600 watts (refroidissement par eau), mesurée avec un filtre Wratten No. 26:

Filtre Wratten nº 26		Lumière rouge en dessus
V/cm	W/cm	de 5900 Å
570	610	9,2 %
825	830	10,8 %
1010	925	11,8 %
1210	1135	14,1 %

Mentionnons à titre de comparaison que la lumière solaire, mesurée de la même façon, renferme environ 13 % de lumière rouge.

Ces valeurs s'entendent pour la «lumière» et non pas pour les «énergies rayonnantes». J'insiste sur ce point, afin d'éviter toute confusion.

Bien que ces considérations sur la lampe à vapeur de mercure à surpression soient basées pour le moment sur des expériences de laboratoire seulement, on comprend aisément que le développement de telles lampes tend déjà à la réalisation d'un spectre continu.

C. Considérations physiologiques.

De ce qui précède, il ne faudrait toutefois pas conclure que l'on tend exclusivement vers la lumière blanche. Nous arrivons ainsi au troisième point de cette conférence, à savoir l'élément physiologique, qui se résume par la question suivante: Comment la lumière impressionne-t-elle l'œil humain? Nous avons vu que la lumière blanche ne doit pas être considérée comme l'unique idéal, mais qu'il s'agit au contraire de déterminer pour chaque cas à quel genre de lumière il convient de donner la préférence.

Les essais pratiques entrepris avec cette lampe à vapeur de mercure à surpression de 75 watts ont fourni d'intéressants résultats. Elle aussi est encore relativement pauvre en lumière rouge, alors qu'une lampe normale à incandescence présente un excès de lumière rouge. On a donc procédé à des essais d'éclairage mixte et l'objet choisi fut un magasin de fleurs, c'est-à-dire un objet très difficile à traiter au point de vue de l'éclairage. Ce magasin avait une devanture ouverte à l'intérieur, comme c'est souvent le cas dans les magasins de fleurs. L'éclairage à incandescence était excellent; la devanture proprement dite était éclairée par 2 lampes à incandescence de 100 watts. Celles-ci furent remplacées par la combinaison suivante:

—	+	—	+	—
150 W	75 W	150 W	75 W	150 W
2000 lm	3000 lm	2000 lm	3000 lm	2000 lm

où — = lampe à incandescence,
+ = lampe à vapeur de mercure.

On obtint ainsi un éclairage de 6000 lumens avec chacun des deux types de lumière; le mélange était donc de 1 : 1.

Pour la plupart des fleurs, ce rapport donna un très bel effet; mais on ne pouvait cependant pas prétendre avoir obtenu de la sorte le même effet qu'avec la lumière du jour. Le vert des feuilles, les fleurs blanches, violettes, jaunes et rouges carmin étaient magnifiques. Le jeu des couleurs était beaucoup plus éclatant qu'avec le meilleur éclairage diurne. Notre estimation se basait toutefois sur le fait que nous sommes habitués le soir à la couleur de l'éclairage artificiel normal, ce qui fait que nous apprécions maintenant tout autrement, le soir, l'effet des couleurs, lors qu'il est le même qu'à la lumière du jour. Par contre, les splendides œillets, tulipes et azalées couleur saumon, c'est-à-dire précisément les fleurs qui sont utilisées de préférence pour la décoration des tables de fête, avaient un aspect beaucoup trop brun sous cet éclairage. Dès lors, le fleuriste tira habilement parti de la «qualité de la lumière», en exposant les fleurs jaunes, vertes et bleues, à l'éclairage mixte, les fleurs couleur saumon, en revanche, à l'éclairage des lampes à incandescence.

On voit qu'un élément nouveau s'introduit dans l'éclairage: l'utilisation de la *qualité* de la lumière et, par suite, l'emploi plus judicieux de l'énergie utilisée. Ayant en effet rendu visite un mois après à ce fleuriste et lui ayant fait remarquer que le service électrique lui facturait une puissance de 600 watts au lieu de 200 watts comme auparavant, disant qu'en conséquence la Maison Philips lui rembourserait volontiers la différence, le fleuriste m'a répondu que 6 ou 8 gulden de plus sont insignifiants par rapport à l'effet admirable qu'il obtient avec son nouvel éclairage et dont il ne voudrait plus se passer!

A mon avis, *chaque meilleure utilisation de l'énergie entraîne une augmentation de la consommation.*

[14]) Les lampes de 75 W (refroidissement naturel), de 600 W et de 2500 W (refroidissement par eau) ont été présentées en fonctionnement. En outre, le spectre de la lampe de 600 W a été projeté. La ligne d'alimentation de cette lampe était munie d'un régulateur de tension. Le conférencier a montré, par un réglage à diverses tensions, les trois raies normales de la décharge du mercure, puis l'extension de ces raies quand la tension s'élève et enfin le spectre continu qui se présente quand la tension est encore plus élevée.

L'augmentation du nombre de nouvelles sources lumineuses, dont chacune a ses propres caractéristiques, ne conduira pas à une diminution de la consommation d'énergie (comparez toutes les applications énumérées au début et leur répartition dans les différents domaines); la série de nouvelles sources lumineuses nous obligera à considérer avec toujours plus d'attention la question de savoir quelle lumière on doit utiliser. Cela signifie encore une fois que les nouvelles lampes à décharge ne remplaceront pas les lampes existantes, mais qu'elles les complèteront de manière fort utile, en nous permettant de disposer à loisir de diverses sources lumineuses s'adaptant au mieux aux différentes exigences.

—

Au cours de cette conférence, je n'ai pu noter que très brièvement les diverses possibilités qu'offre l'emploi des lampes à décharge en atmosphère gazeuse. J'ai montré que la tendance n'est pas d'obtenir à nouveau un spectre blanc, mais bien un spectre modifiable selon les besoins. Je ne veux toutefois pas passer complètement sous silence un autre domaine d'études, celui de la fluorescence et de la luminescence[15]). Mon aperçu serait d'autre part incomplet si je ne mentionnais enfin un domaine tout à fait différent dans les recherches de nouvelles sources lumineuses: celui auquel le professeur Ornstein, du Laboratoire de Physique d'Utrecht, s'est attaqué à la demande de la Fondation Rockfeller, sur les «bactéries luminescentes».

Nous sommes actuellement au début d'un développement tout nouveau de l'éclairage, développement dans plusieurs directions, qui nous force à considérer non seulement les problèmes physiques, mais dans la même mesure les problèmes physiologiques et psychologiques, développement qui conduira à une meilleure utilisation de la lumière et à un accroissement de la consommation d'énergie.

J'espère avoir ainsi éveillé votre intérêt pour ce nouveau développement.

[15]) Voir la conférence de M. Schneider, qui sera publiée dans un prochain numéro.

(La suite paraîtra dans un prochain numéro.)

Ein neues Photoregistrierinstrument für Erdstrommessungen.

Von *W. Beck*, Warschau, und *A. Bahrdt*, Berlin. 621.317.715.087.5 : 621.3.014.6.0014

Es wird ein Zeißsches Schleifengalvanometer beschrieben, das eine Einstelldauer von einigen Zehntel-Sekunden besitzt, und photographische Registrierung der Ausschläge gestattet. Als Beispiele für die Anwendung des Instrumentes werden einige in Berlin ausgeführte Erdstrommessungen erläutert, aus denen der Zusammenhang der Erdströme mit dem elektrischen Bahnbetrieb hervorgeht.

L'auteur décrit un galvanomètre à boucle Zeiss, dont l'équipage mobile prend en quelques dixièmes de seconde sa position équilibre et qui permet un enregistrement photographique. Il cite comme exemples d'application de cet instrument quelques mesures de courants vagabonds exécutées à Berlin et qui montrent la relation entre ces derniers et la traction électrique dans le voisinage.

In der Technik der Messung vagabundierender Ströme machte sich schon lange der Mangel an geeigneten Registriergeräten bemerkbar. Die oft angewendeten Fallbügelinstrumente erwiesen sich in all den Fällen als unzulänglich, wo schnell schwankende Ströme auftraten, oder wo es darauf ankam, sehr kleine Spannungsdifferenzen zu erfassen. Da im allgemeinen Messgeräte, die nach dem Prinzip eines Fadeninstrumentes mit Spiegelablesung[1]) aufgebaut sind, in jeder Hinsicht zu empfindlich scheinen, um für Messungen an Ort und Stelle allgemein verwendet zu werden, versuchte man, geeignetere Geräte ausfindig zu machen. So wurde vom General Post Office in London[2]) einmal der Vorschlag gemacht, mit Hilfe eines von der Firma Zeiss herausgebrachten Spezialgerätes, dem Schleifengalvanometer[3]), sehr kleine Spannungsabfälle, gegebenenfalls in Kombination mit Röhrenvoltmeter und Kalomelelektrode registrierend zu erfassen. Es schien von besonderem Interesse, Messungen mit dem genannten Instrument auf breiterer Basis durchzuführen und besonders auch damit die Verhältnisse an unterirdischen Gas- und Wasserrohren genauer zu untersuchen.

[1]) C. M. Longfield J. Inst. Electr. Engr. Bd. 76 (1935), S. 107.

[2]) 3e réunion plénière der Commission Mixte Internationale 1932, p. 111, 113/114, 139/140.

[3]) R. Mechau: Phys. Z. Bd. 24 (1923), S. 242.

Das Zeißsche Schleifengalvanometer (Fig. 1) ist ein Instrument, bei dem eine dünne Metallschleife, ein Band aus leichter Folie oder ein Draht mit jedem Schenkel in einem Magnetfeld hängt und

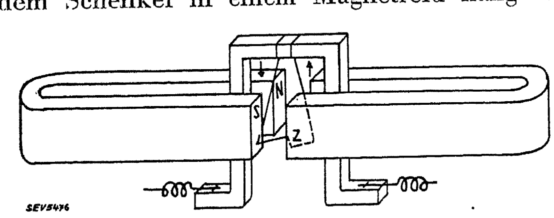


Fig. 1.
Schematische Darstellung des Zeiss-Schleifengalvanometers (Schleife in hängender Lage).

gut gedämpft in ihm schwingen kann. Die magnetischen Felder werden durch starke Permanentmagnete erzeugt, die mit den ungleichnamigen Polen gegenüberstehen. Das Instrument ist fast so bequem im Gebrauch wie ein Zeigergalvanometer, weist indessen eine wesentlich höhere Empfindlichkeit auf. Die Einstelldauer beträgt einige Zehntelssekunden. Wie aus Fig. 1 noch hervorgeht, ist das

untere Ende der Schleife in Form einer Zacke (Z) ausgebildet, deren mittlerer Teil zur Ablesung benutzt wird.

Es ist ein grosser Vorteil des Instrumentes, dass die Schleife durch schwach störende Felder so gut wie gar nicht beeinflusst wird, da sie sich in einem relativ starken Magnetfeld bewegt, so dass die störenden Fremdfelder gegenüber dem normalen Streufeld klein sind. Als besonderer Vorteil erwies sich bei unseren Messungen, dass das Gerät gegen Erschütterungen in hohem Masse unempfindlich ist; es lässt sich daher sicher transportieren. Auch nach grösseren Ausschlägen konnten wir merkliche Nullpunktsänderungen nicht feststellen. Weiterhin ist der Schleifenwiderstand nur sehr gering (7,3 Ohm) und die Spannungsempfindlichkeit gross. Das Galvanometer ist gegen Luftströmungen abgeschirmt und daher sehr gut im Freien verwendbar. Wir benutzten es im allgemeinen in hängender Schleifenstellung. Man kann indessen durch Drehung des Gehäuses, in dem sich die Schleife befindet, um 180° das Gerät in stehende Lage bringen, und dadurch eine etwa sechsmal grössere Empfindlichkeit erreichen, die durch optische Massnahmen abermals noch um das achtfache gesteigert werden kann. Die höchste Empfindlichkeit beträgt 10^{-8} A. Wir verwendeten durchgängig eine Bandschleife. Die Ausschläge der Schleife kann man in einem Mikroskop beobachten, in dessen Gesichtsfeld eine 100teilige Skala angeordnet ist. Man beobachtet im Mikroskop die Schleife als scharfen Schatten, der durch geeignete Einstellung einer im Gehäuse eingebauten und

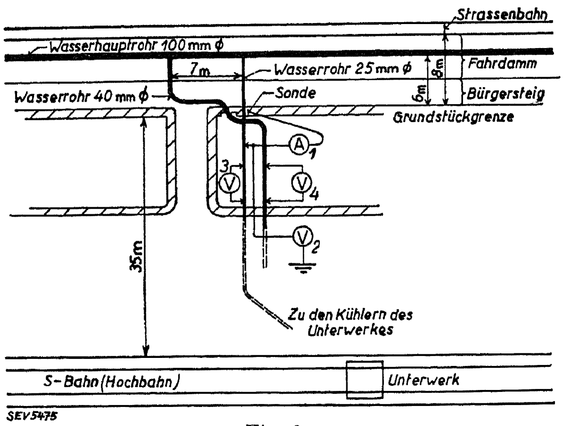


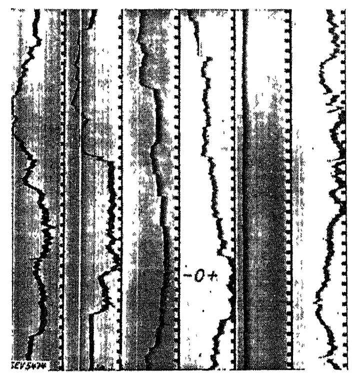
Fig. 2.

Situationsplan der für die Aufnahmen Fig. 3 benützen Messanlage.

A, V Ampèremeter, bzw. Voltmeter zur Messung
1 des Stromes 25 mm-Rohr—Sonde,
2 der Spannung 25 mm-Rohr—Erde,
3 des Stromes im 25 mm-Rohr,
4 des Stromes im 40 mm-Rohr.

von aussen verdrehbaren Spaltblende erzeugt wird. Da wir in unserem Falle photographisch registrierten, wurde als Lichtquelle eine Glühlampe geeigneter Helligkeit verwendet [4]). Bei den Messungen erwies sich ein Filmvorschub von ca. 122 mm pro Minute als zweckmässig; die Registrierung erfolgte auf Schmalfilm.

Fig. 3 zeigt einige mit dieser Einrichtung an einer Anlage nach Fig. 2 aufgenommene Registrierstreifen. Der senkrechte, lange, weisse Strich auf den Streifen ist die Nullinie. Die Zeitzeichen (waagerechte, kurze, weisse Striche) wurden durch elektro-



I II III IV V VI

Fig. 3.

Beispiele von Registrierungen mit dem Zeiss-Schleifengalvanometer nach Fig. 1. (Erklärungen im Text.)

magnetische Ausschaltung des Lichtstromes mit Hilfe einer Signaluhr bewirkt, und zwar immer nach 6 m 20 s.

Streifenabschnitt I zeigt das Ergebnis der photographischen Registrierung des Spannungsabfalles über eine 2,11 m lange Strecke des 25 mm-Rohres (Fig. 2).

Unter II sind die Schwankungen des Stromes, der von einer elektrolytischen Sonde in das Innere einer Hausmauer ausgestrahlt wurde, photographisch registriert.

III zeigt die gleiche Messung wie II, zu einer andern Tageszeit ausgeführt.

Unter IV findet man die Spannungsdifferenzen zwischen dem 25 mm- und dem 40 mm-Rohr.

Die Aufnahmen V und VI sind gesondert zu betrachten. Es handelte sich um Ermittlungen, die an einem andern Messobjekt ausgeführt wurden, und zwar an Rohren der Berliner städtischen Wasserwerke, die in der Gegend eines Spreeufers verliefen und durch Korrosionen beschädigt wurden. Nahe bei den Rohren befanden sich eine Anzahl von gleichstromgespeister Kohlenkranen, die meist in Betrieb waren.

V zeigt wieder den Charakter des Stromes, der von einer elektrolytischen Sonde in das Erdreich ausgestrahlt wurde. Die Messung erfolgte nach Schluss des Kranbetriebes.

VI zeigt einen Registrierstreifen, der die Spannung desselben Rohres gegen eine in die Erde eingeführte Bezugselektrode aufweist (Entfernung des Erdstabes von dem Rohr 50 cm). Der besonders unruhige Charakter dieses Stromes ist recht auffällig, während der nach Betriebsschluss festgestellte Strom (V) verschwindend klein war und kaum Schwankungen zeigte.

Die erwähnte elektrolytische Sonde wurde in bestimmter Ausführungsform zu Messungen an Eisenrohren zuerst von uns [5]) benutzt. Wie das Schleifengalvanometer wurde sie von Michalke [6]) für Messungen an Fernmeldekabeln vorgeschlagen und spä-

[4]) Der Firma Zeiss unterbreiteten wir eine Reihe von Aenderungsvorschlägen konstruktiver Art, die das Instrument für Erdstrommessungen noch geeigneter machen sollen.

[5]) W. Beck: Trans. Inst. Gas Engr. 1933, Nr. 69.

[6]) C. Michalke: Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen, Bd. 7 (1909), S. 226; Z. Verkehrstechnik Bd. 9 (1922), S. 114; ETZ Bd. 44 (1923), S. 329.

ter von Messmer [7]) und Haehnel [8]) erprobt. Die Sonde besteht aus einem kleinen Zylindersektor gleichen Materials wie das Rohr, an dem die Messungen ausgeführt werden. Sie wird isoliert von diesem fest auf die Rohroberfläche aufgebracht und (in unserm Falle) über das Schleifengalvanometer mit dem Rohr leitend verbunden. Strahlt das Rohr Strom aus, so strahlt auch die Sondenelektrode, die infolge des Kurzschlusses mit dem Rohr das gleiche Potential gegen Erde besitzt wie das Rohr [9]). Da die Oberfläche der Elektrode bekannt ist, kann man die Stromdichte z. B. auf 1 dm^2 ausrechnen und sich eine gewisse Vorstellung über die Korrosionsgefahr machen. In unserm Falle wurde ein Loch aus der Mauer ausgestemmt, die Sonde aufmontiert und fest einzementiert.

Die Auswertung der beschriebenen Registrierstreifen führte zu interessanten Ergebnissen. Sie erfolgte derart, dass alle 10 s die Entfernung der aufgenommenen Linie von der Nullinie ausgemessen wurde, d. h. auf etwa 2 cm Filmlänge kamen 6 Messungen.

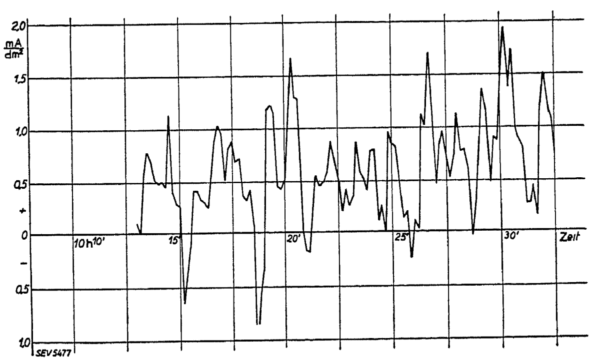


Fig. 4.
Sondenmessungen am Rohr von 25 mm ⌀.

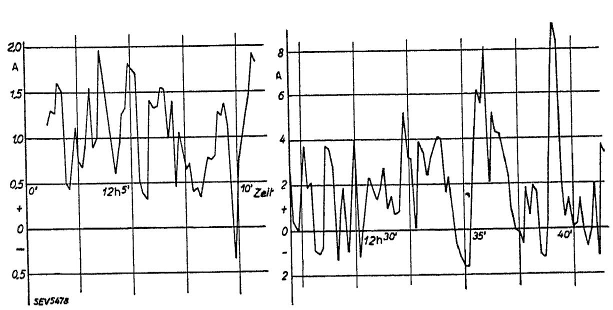


Fig. 4A.
a **Strom im 25 mm-Rohr.** *b* **Strom im 40 mm-Rohr.**

Fig. 4 zeigt die Sondenströme zu bestimmten Beobachtungszeiten nach der Auswertung der entsprechenden Registrieraufnahmen am 25 mm-Rohr. Es geht aus diesem Diagramm hervor, dass das Rohr meistens Ströme in das Mauerwerk ausstrahlt, die im Mittel etwa 1 mA/dm^2 betragen; weiter treten Spitzenwerte auf, die fast 2 mA/dm^2 betragen. In Fig. 4 A sind die entsprechenden Rohrströme aufgezeichnet, die aus Spannung und Widerstand ermittelt wurden; wie man sieht, treten ganz beträchtliche Ströme in den Rohrleitungen auf. Wie die Erfahrung bestätigt, muss man das betreffende Rohr unbedingt als gefährdet ansehen [10]).

In der Fig. 5 sind die Schwankungen der Spannungsdifferenzen zwischen den beiden Rohren als Funktion der Zeit und in Abhängigkeit vom Verkehr der Stadtbahn (S-Bahn-)-züge aufgezeichnet, während Fig. 6 das entsprechende Diagramm für die aufgenommenen Sondenströme zeigt. Durch Schraffierung ist eine Messperiode kenntlich gemacht, von dem Moment des Anfahrens eines S-Bahnzuges in einem ganz nahe gelegenen Bahnhof an gerechnet. Ausserdem ist eingetragen, zu welchem Stück der Schaulinien die in Fig. 2 niedergelegten Photoregistrierungen (Nr. IV, bzw. Nr. II) gehören. Es ist unverkennbar, dass die auftretenden Spannungshöchstwerte mit dem Verkehr der S-Bahn in einem ursächlichen Zusammenhang stehen; ähnliches lehrt auch Fig. 6 [11]) und Fig. 7. In Fig. 7 sind die Mittelwerte der Spannungen zwischen den beiden Rohren als Funktion der Zeit, einmal während des Zugsverkehrs, ein anderes Mal während einer Betriebspause, eingetragen. Auffällig ist, dass sich auch die Vorbeifahrt einer Strassenbahn an dem betreffenden Hause deutlich bemerkbar macht.

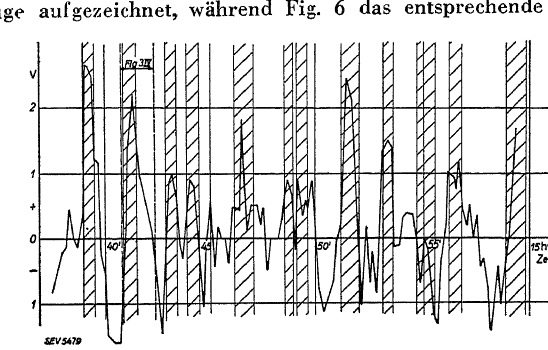


Fig. 5.
Schwankungen der Spannung zwischen dem 25 mm-Rohr und dem 40 mm-Rohr
in Abhängigkeit vom Verkehr der Stadtbahnzüge.
Die schraffierten Teile geben die Anfahrtperioden der Züge an.

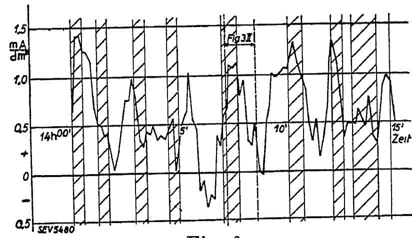


Fig. 6.
Schwankungen des aus der Sonde am 25 mm-Rohr strahlenden Stromes, in Abhängigkeit vom Verkehr der Stadtbahnzüge.

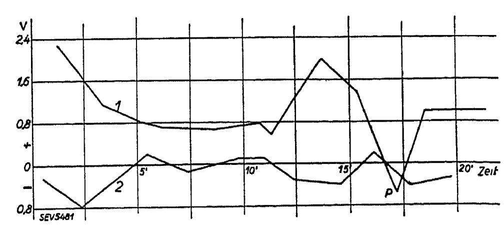


Fig. 7.
Mittlere Spannungsunterschiede zwischen dem 25 mm-Rohr und dem 40 mm-Rohr.
Kurve *1* S-Bahn-Verkehr.
Kurve *2* Verkehrspause.
P Vorbeifahrt einer Strassenbahn.

7) T. D. F. Messmer: Telegr. u. Fernsprechtechn. Bd. 10 (1921), S. 117, 140.
8) O. Haehnel: Z. Fernmeldetechn. Bd. 4 (1923), S. 35, 49.
9) Das gilt allerdings nur mit einer gewissen Näherung (Polarisationspotentiale!).
10) S. z. B. Deutsche Erdstromvorschriften p. 22, § 5, Abs. 2 (1910/1911).
11) Aus früheren Messungen mit weniger empfindlichen Geräten konnte dieser Zusammenhang nicht mit Sicherheit erschlossen werden.

Bei diesen Messungen handelte es sich um eine Aufzeichnung von relativ erheblichen Strömen und Potentialdifferenzen und besonders um die Verfolgung von Strömen, die in das Innere einer Hausmauer ausgestrahlt wurden. Weitere Messungen mit einer elektrolytischen Sonde im Boden, ausgeführt an einer Oelgasleitung, deren Flanschen in Luftschächten liegen und eine isolierende Zwischenlage enthalten, erwiesen, dass man mit dem Schleifengalvanometer auch winzige Spannungsabfälle und Ströme sehr genau ermitteln kann. Die elektrolytische Sonde gab dabei auch die kleinsten und lebhaftesten Stromschwankungen wieder.

Ueber die Bewährung des Schleifengalvanometers in der Technik der Messung vagabundierender Ströme kann man zusammenfassend ausführen, dass es vorzüglich geeignet ist, einen deutlichen Ueberblick über die Natur von Erdströmen und Spannungsabfällen zu geben. Durch seine hohe Empfindlichkeit ist es den üblichen Punktschreibern und ähnlichen Geräten weit überlegen. Das gleiche gilt auch für die Klarheit und Uebersichtlichkeit der aufgenommenen Registrierstreifen. Es hat sich herausgestellt, dass die Auswertung der damit gewonnenen Aufnahmen mit viel grösserer Sicherheit auf die Ursachen von Streuströmen auch kleinster Grössenordnung zu schliessen gestattet, als es bisher möglich war.

Herrn Reichsbahnoberrat Schieb, Berlin, danken wir auch an dieser Stelle für das grosse Interesse und die Förderung, die er dieser Arbeit zuteil werden liess, ferner Herrn Dr. E. Schneider für die Hilfe, die er uns bei den Messungen geleistet hat. Bei dieser Gelegenheit sei auch auf die interessante Arbeit von Herrn Dipl.-Ing. G. Böninger im «Gas- und Wasserfach» vom 4. Januar 1936, S. 5, aufmerksam gemacht, wo ausführlich über die vergleichenden Versuche berichtet wird, die hier als Beispiele angeführt wurden.

Die Tariffrage in England.

Von *Walter Ohr*, zur Zeit London. 621.317.8(42)

Es wird das wesentlichste aus den aktuellen englischen Diskussionen über die Tariffrage mitgeteilt. Das interessanteste ist dabei das Experiment von Oxford, wo die Tarife im Jahre 1931 auf einen Schlag ganz beträchtlich reduziert wurden, mit dem Resultat, dass der Konsum sich von 1931 bis 1935 verdreifachte, während die maximale Belastung sich nicht einmal verdoppelte; dabei war der Nettogewinn 1935 grösser als 1931. — Die Tendenz geht in England allgemein nach einem Tarif mit Grundabgabe und möglichst geringem kWh-Preis.

L'auteur résume l'essentiel des discussions engagées en Angleterre à propos des tarifs. L'expérience la plus intéressante a été tentée à Oxford, où les tarifs ont été abaissés considérablement et tout d'un coup en 1931. Il en est résulté que la consommation d'énergie a quadruplé de 1931 à 1935, bien que la charge maximum n'ait pas seulement doublé; et le bénéfice net a été supérieur en 1935. La tendance actuelle, en Angleterre, est de répandre un tarif avec taxe de base, le prix du kWh étant maintenu aussi bas que possible.

Die «Institution of Electrical Engineers» hielt am 2. April 1936 in London eine Diskussion über das Tarifsystem in England ab. Der Diskussion lagen zwei Arbeiten zugrunde, eine von Professor Miles Walker, in welcher über die sehr grossen Elektrizitätspreisunterschiede in den verschiedenen Distrikten hingewiesen wurde, und eine Arbeit von B. Handley, in welcher besonders zum sogenannten «two-part-tarif» [1]) Stellung genommen wird.

Da das englische Tarifsystem wesentlich verschieden von unseren schweizerischen Tarifen ist, die Probleme des Elektrizitätsverkaufes aber hier wie dort dieselben Motive haben, ist es wohl auch für uns Schweizer interessant, wesentliches aus dem englischen Tarifkampf zu erfahren.

Dieser Kampf ist in ein besonders reges Fahrwasser gekommen, nachdem eine sehr mutige Preisreduktion in der Stadt Oxford die enormen Möglichkeiten einer allgemeinen Preissenkung gezeigt hat. Bis 1931 war die Elektrizitätsversorgung von Oxford in Händen eines Privatunternehmens, welches den folgenden Tarif über 40 Jahre beibehalten hatte:

für Beleuchtung:	erste	260 kWh	.	47	Rp./kWh [2])
	nächste	3500 »	.	38	»
	nächste	2000 »	.	31½	»
	alle weiteren	»	.	22	»
für Heizung	. . . .		.	17,3	»
für Kraft:	erste	2000 kWh	.	22	»
	nächste	1000 »	.	14	»
	alle weiteren	»	.	9½	»

Nachdem 1931 die Gemeinde Oxford die Elektrizitätsversorgung übernommen hatte, wurde dieser Tarif folgendermassen geändert:

Für Haushaltbedarf (Beleuchtung, elektr. Kochen und Heizen, Warmwasserbereitung und Kleinkraftbedarf):

1\. Staffel: vierteljährlich eine bestimmte, von der Zahl der Räume abhängige kWh-Zahl zum Preise von 30 Rp./kWh.

2\. Staffel: der über die 1. Staffel hinausgehende Verbrauch zum Preise von 3,16 Rp./kWh im Winter und von 2,1 Rp./kWh im Sommer.

Für ein Haus mit 20 Räumen, in dem 8000 kWh im Jahre verbraucht werden, stellen sich somit die Jahreskosten auf:

1. Staffel:	750 kWh zu 30 Rp.	Fr. 225.—
2. Staffel:	Winterverbrauch: 3500 kWh zu 3,16 Rp.	» 110.60
	Sommerverbrauch 3750 kWh zu 2,1 Rp.	» 78.75
	Total 8000 kWh	Fr. 414.35

Aus dieser Aufstellung ergibt sich der mittlere Preis zu

$$\frac{415{,}35}{8000} \cdot 100 = 5{,}18 \text{ Rp./kWh.}$$

Diese Zahlen sind der Praxis entnommen. Die für England sehr erfreuliche Tatsache, dass Sommer- und Winterverbrauch ziemlich ausgeglichen sind, ist daraufhin zurückzuführen, dass im modernen englischen Haus im Winter mit Kohle, Gas und Elektrizität und im Sommer vorzugsweise nur mit Elektrizität geheizt wird, so dass der Elektrizitätsverbrauch für Heizzwecke im Sommer steigt und ein gutes Aequivalent gegen den grösseren Lichtbedarf im Winter bildet. Die englische Elektrizitätsindustrie gibt sich auch alle Mühe, diesen Typ des modernen elektrischen Hauses zu propagieren. Das englische Küstenklima mit milderen Wintern und kühleren Sommerabenden kommt dabei den Propagandisten zu Hilfe, welche mit Recht in jedem Haus *ein* Kohlekamin, im sog. «drawing-room» und *mehrere* im ganzen Haus verteilte elektrische Heizöfen von kleineren bis mittleren Heizleistungen sehen möchten.

[1]) Zweigliedtarif. Der in der Folge näher beschriebene Tarif ist jedoch nach unserer Auffassung kein Zweigliedtarif, sondern ein Staffel- oder Regelverbrauchstarif, bei welchem die Grösse der ersten Staffel von einem ausserhalb des effektiven Verbrauchs liegenden Kriteriums abhängig ist. *(Red.)*

[2]) Alle Umrechnungen nach Kurs 1 £ = Fr. 15.15.

Das Resultat der Oxforder Elektrizitätspreissenkung war zunächst ein harter Kampf, der aber im Jahre 1935 zu einem restlosen Sieg der Elektrizitätsinteressen führte. Der Elektrizitätsbedarf war von 1 330 000 kWh pro Quartal im Jahre 1931 auf 4 086 257 kWh im selben Quartal des Jahres 1935 gestiegen.

Die maximale Belastung war hierbei ungefähr die folgende:

Frühling	1931	3693 kW
»	1932	4634 »
»	1935	6949 »

Während der effektive Verbrauch in den Jahren 1931 bis 1935 verdreifacht wurde, musste die Leistung der Maschinen nicht einmal ganz verdoppelt werden, was eine entsprechende Verbesserung des Belastungsfaktors mit sich zog.

Das Erstaunlichste am ganzen Experiment ist, dass der prozentuale Nettoprofit im Jahre 1935 grösser war als 1931, so dass die alte Gesellschaft, hätte sie dieselbe Preispolitik eingeführt wie die Gemeinde nach der Uebernahme der Elektrizitätsversorgung, ihren Aktionären eine sogar grössere Dividende hätte auszahlen können als die, welche sie zu zahlen in der Lage war.

Durch die Propaganda der Elektrizitätswerke wurde natürlich die in England sehr mächtige und einflussreiche Gasindustrie auf den Kampfplatz gerufen. Trotzdem sinken die Preise nur langsam. Der Engländer ist ein zu guter Kaufmann, um nicht zu wissen, dass Preiskonkurrenz nur zu leicht zu beidseitigem Ruin führt und beschränkt sich daher auf Propaganda durch Inserate, aufklärende Vorträge, Demonstrationen und Ausstellungen. Nichtsdestoweniger ist und wird immer wieder von elektrischer Seite der Vorschlag zu eingreifenden Elektrizitätspreissenkungen bei Erhöhung des Konsums gemacht.

Hier dürfte vielleicht der radikalste dieser Vorschläge interessieren. Warum, so sagt man, soll die Elektrizitätsindustrie in den Fußstapfen der Gasindustrie laufen und das System der Tarifierung und des Zählers beibehalten. Warum soll man nicht ganz neue Wege versuchen, die automatisch zu einer grossen Nachfrage führen müssen. So könnte man doch beispielsweise einen «Elektrizitätsdienst» einführen, der elektrische Apparate aller Art vermietet und für die Elektrizität nur noch einen ganz kleinen Betrag pro kWh oder überhaupt nichts mehr verlangt. Den unerwünschten Leistungsspitzen könne man z. B. durch temporäre Leistungsbegrenzung usw. begegnen. Diese Methode hätte zudem den Vorteil, dass die Industrie und mit ihr die Elektrizitätsversorgung die besten und leistungsfähigsten Apparate und nicht die billigsten in den Vordergrund stellen würde.

Ob solche Vorschläge praktisch durchführbar sind, bleibe dahingestellt. Interessant für uns bleibt hingegen, dass die Tariftendenz in England auf einen möglichst billigen kWh-Preis unter Hinzufügung einer Grundabgabe hinausläuft. Die modernen Tarife haben alle diesen Typus des «two-part-tarif» als Basis. Der hauptsächlichste Unterschied besteht nur noch in der Methode, die Grundabgabe festzusetzen, wobei diese als 1. Staffel oder als Grundgebühr auftreten kann. Hier aber gehen die Meinungen weit auseinander. Grundsätzlich existieren drei verschiedene Systeme:

1. Grundabgabe = Funktion der totalen Zimmerfläche, im Durchschnitt 75 Rp. pro m² Bodenfläche.
2. » = Funktion des Miet- oder Renditenwertes des Hauses, gewöhnlich 10—17 %.
3. » = Funktion der installierten Leistung, gewöhnlich ca. Fr. 23.— pro 100 Watt und Jahr.

Es liegt auf der Hand und lässt sich leicht nachrechnen, dass der effektive Elektrizitätspreis je nach Annahme eines dieser drei Tarifsysteme sehr verschieden ausfallen kann. So ist es denn auch Tatsache, dass für dasselbe Objekt bei gleichem Elektrizitätsverbrauch der kWh-Preis in den verschiedenen Distrikten von rund 3½ bis 15 Rp./kWh für ein Haus mit starkem Konsum und 10 bis 50 Rp./kWh für ein solches mit schwachem Verbrauch variiert.

So verschieden die Meinungen aber auch in allen Detailfragen sein mögen, so hat es doch den Anschein, als ob man sich in einem sogenannten «National Scheme» wird einigen können, bei welchem Elektrizitätserzeugung und Elektrizitätsversorgung auf nationaler Grundlage bei einheitlichem System und möglichst einheitlichem «two-part-tarif» (vierteljährlicher Pauschalsumme und möglichst niedrigem kWh-Preis) durchgeführt werden. Die Tendenz ist dabei: Dienst am Kunden durch kleine Elektrizitätspreise und weitgehende Konsumsteigerung.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Vannes de sûreté automatiques pour conduites forcées.

621.646.2 : 621.311.21.0046(494.262.2)

La Société *La Dixence* nous écrit:

Dans le Bulletin de l'ASE 1936, No. 9, Monsieur H. Leuch expose la cause immédiate, la marche et les suites d'une irruption d'eau qui s'est produite à la centrale de l'Albula, en date du 26 mars 1936. Par suite de la rupture de la tige d'une soupape située en tête de l'une des deux conduites forcées, l'eau s'est échappée de celle-ci sous un débit «accidentel» qui s'est ajouté à celui que la centrale absorbait à ce moment-là, mais qui, formant avec ce dernier un débit total inférieur à celui pour lequel les organes de fermeture automatique devaient fonctionner, n'a pas provoqué le déclenchement de ceux-ci. Ainsi que le fait observer Monsieur Leuch, ce danger existe pour d'autres centrales hydro-électriques puisque, pour ainsi dire partout, il est d'usage de régler les vannes de sûreté automatiques placées en tête des conduites forcées, pour que leur fermeture ne se produise que dans le cas où le débit excéderait celui de la pleine charge, augmenté de la marge nécessaire.

L'article de Monsieur Leuch n'aura pas manqué d'attirer l'attention de tous ceux que la question intéresse. C'est pourquoi nous pensons bien faire en signalant aux exploitants de centrales hydro-électriques les particularités du dispositif de sécurité que nous avons installé à la naissance des conduites forcées de notre centrale de Chandoline, précisément en vue de parer dans toute la mesure du possible à la menace sous laquelle on serait si la ou les vannes de sûreté automatiques devaient n'entrer en jeu que pour le débit de la pleine charge augmenté d'une marge de service bien déterminée.

Les conduites forcées de la Dixence ont la forme schématique d'un diapason dont la tige représente une conduite en galerie qui fait suite au canal d'amenée (410 m) et dont les deux branches figurent les deux conduites qui, de Thyon, descendent sur Chandoline (env. 5500 m). La sécurité de cet ensemble est assurée par une *vanne à papillon automatique* placée en tête de la conduite en galerie. Cette vanne a ceci de particulier, c'est que le *détecteur* qui en commande la fermeture est *réglé automatiquement à distance par un câble électrique usine-vanne*, de telle façon que le *déclenchement* n'ait lieu que si, pour une cause qui ne pourrait relever que d'un accident, le débit dans la conduite arrivait à dépasser d'une quantité bien déterminée, soit d'au moins la marge nécessaire à la régularité du service, le débit de pleine charge que l'ensemble des groupes *en service* peut absorber.

Rien n'empêcherait, cela va de soi, de serrer davantage le problème, de faire en sorte, par exemple, de provoquer la fermeture lorsque le débit dans la conduite arriverait à dépasser le débit que les groupes en service absorberaient à chaque moment. Mais cela n'irait pas sans certaines complications. C'est pourquoi nous nous en sommes tenus à ce qui vient d'être dit, c'est-à-dire à un pas déjà appréciable dans le sens d'une sécurité augmentée.

La vanne dont il vient d'être question, avec tout l'appareillage nécessaire tant à l'usine que sur place, a été étudiée et fournie par les Ateliers des Charmilles S. A., à Genève.

Die Volumanomalien der Ferromagnetika.

538.221

Den zweitletzten der von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vorträge über technische Physik hielt Prof. Dr. L. Néel von der Université de Strasbourg, unter etwas abgeändertem Titel. Seinen aufschlussreichen, in französischer Sprache gehaltenen Ausführungen sei das Wichtigste entnommen.

Trotz der grossen Zahl der experimentellen Arbeiten, die sich mit der Untersuchung des Eisens und der ferromagnetischen Verbindungen befassen, ist eine vollständige theoretische Deutung der Erscheinung des Ferromagnetismus bis heute noch nicht gelungen. Aus dem gegenwärtigen Stand der Theorie ergibt sich lediglich die Möglichkeit der Existenz des Ferromagnetismus; eine quantitative Herleitung der experimentellen Ergebnisse ist zur Zeit noch nicht möglich. Es scheint, dass die Behandlung des Problems noch auf lange Zeit hinaus der experimentellen Forschung überlassen bleiben muss. Hier soll nun gezeigt werden, von welcher Bedeutung hiefür die Erscheinung der Magnetostriktion und der mit ihr zusammenhängenden Phänomene ist.

Gemäss den heutigen Vorstellungen ist ein Ferromagnetikum aus kleinen räumlichen Bezirken (Weiss'sche Bezirke) [1]) von Linearabmessungen der Grössenordnung 10^{-6} cm aufgebaut, welche spontane, d. h. von der Anwesenheit eines äussern Feldes unabhängige Magnetisierung aufweisen. Der Prozess der Magnetisierung besteht dann lediglich in der Parallelstellung der Magnetisierungsvektoren dieser Elementarbezirke. Der magnetischen Sättigung entspricht ein Optimum der Gleichrichtung, während der unmagnetische Zustand dann vorliegt, wenn die Richtungsverteilung vollkommen ungeordnet ist, da dann die Resultierende aller dieser Magnetisierungsvektoren gleich null wird. Aus der Vorstellung der spontanen Magnetisierung sowie dem Verhalten von Einkristallen muss man schliessen, dass ein Weiss'scher Bezirk einen Einkristall darstellt. Den Atomen seines Gitters muss ein atomares magnetisches Moment zugeschrieben werden, und es müssen ausserdem Kräfte zwischen ihnen existieren, die diese Momente entgegen der desorientierenden Wirkung der Temperaturbewegung ausrichten und dadurch Anlass zu spontaner Magnetisierung des ganzen Kristalls geben. Man weiss heute, dass ein atomares magnetisches Moment solchen Atomen zukommt, bei denen der Aufbau einer inneren Elektronenschale (bei der Eisentriade Fe, Co, Ni beispielsweise die M-Schale) unvollständig ist. Unter den vielen Elementen dieser Art (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd usw.) zeigen jedoch nur Fe, Co, Ni und Gd (Gadolinium) Ferromagnetismus. Sein Fehlen bei andern Elementen mit atomaren magnetischem Moment kann erklärt werden durch das Fehlen der orientierenden Kräfte, welche die einzelnen Momente der Gitteratome parallelstellen. Die Richtung dieser Einstellung fällt stets zusammen mit einer kristallographisch ausgezeichneten Richtung. So liegt bei einem Fe-Einkristall, der in Würfeln kristallisiert, der Vektor der spontanen Magnetisierung parallel zur Würfelkante. Die zwischen den Gitteratomen wirkenden orientierenden Kräfte bewirken ihrerseits eine Deformation des Kristallgitters: ein kubischer Kristall, wie Fe oder Ni ist nicht mehr genau kubisch, wenn seine spontane Magnetisierung von Null verschieden ist, d. h. unterhalb des Curiepunktes. Man nennt diese Erscheinung Magnetostriktion. Die meisten Eisen-Nickel-Verbindungen zeigen eine Dehnung in Richtung der Magnetisierung und eine Kontraktion in der dazu Senkrechten (positive Magnetostriktion). Setzt man umgekehrt einen Eisen-Nickel-Stab unter mechanischen Zug, so wird dadurch die Magnetisierung in der Zugrichtung begünstigt, in der dazu Senkrechten dagegen behindert. Allgemein kann man sagen: Jede Deformation des Kristallgitters schafft Vorzugsrichtungen für die Magnetisierung.

Bekanntlich erzeugen Verunreinigungen in einer Legierung örtlich variable innnere Spannungen und dadurch eine Deformation des Gitters. Für die spontane Magnetisierung bestehen dann ausgezeichnete Richtungen; magnetische Sättigung wird hierdurch behindert. M. a. W.: Die Permeabilität eines verunreinigten Eisens wird klein sein, währenddem Reinigung eine Erhöhung derselben mit sich bringt. Die Erfahrung bestätigt diese Vorstellungen: durch langdauernde Reinigung von Eisen in Wasserstoff bei einer Temperatur von etwa 1400° C lassen sich Permeabilitäten bis zu 340 000 erreichen [2]).

Das folgende Beispiel illustriert in aufschlussreicher Weise die Bedeutung der Magnetostriktion für die Magnetisierung. Eine Eisen-Nickel-Legierung, 40 % Ni enthaltend, werde auf eine Temperatur gebracht, die über dem Curiepunkt liegt und dann abgekühlt. Im Moment, da die Legierung den Curie-Punkt passiert, erfahren die einzelnen Elementarbezirke eine Dehnung in der Richtung der spontanen Magnetisierung. Erfolgt die Abkühlung langsam genug, so tritt eine diesen Dehnungen entsprechende Umordnung des kristallinen Gefüges ein, die inneren Spannungen können sich ausgleichen und die Vektoren der spontanen Magnetisierung bleiben in denjenigen Richtungen fixiert, die sie bei Beginn der Verfestigung des Materials einnahmen. Es werde nun vom Curiepunkt an während des ganzen Abkühlungsprozesses eine Gleichstellung der Weiss'schen Bezirke durch ein äusseres Feld erzwungen und nach der Erkaltung eine Entmagnetisierung der Substanz vorgenommen. Dann kann bei Wiedermagnetisierung in der Richtung dieses Feldes sehr hohe Sättigung erzielt werden. Es lassen sich in dieser Weise Eisen-Nickel-Legierungen herstellen, deren Permeabilitäten 600 000 überschreiten [3]). Magnetisiert man aber die gleiche Legierung in einer Richtung, die senkrecht steht zur Richtung des Feldes, das während der Abkühlung wirksam war, so wird die maximal erreichbare Permeabilität 150mal kleiner.

Zum Schluss ging der Vortragende noch auf eine von ihm aufgestellte, auf Modellvorstellungen fussende Bedingung für das Zustandekommen des Ferromagnetismus ein. Obwohl man sich diesem Teil seiner Ausführungen wohl kaum vorbehaltlos anschliessen kann, seien sie hier doch der Vollständigkeit halber in aller Kürze wiedergegeben. Schreibt man die Wechselwirkungsenergie zwischen zwei Atomen, deren magnetisches Moment μ sei, in der Form

$$W = -u\mu^2$$

so muss u positiv sein, damit Ferromagnetismus zustande kommt, da dann W für parallele Momente μ ein Minimum wird. Hierbei ist u eine Funktion des Atomabstandes d. Aus der experimentell bestimmten Volumanomalie, d. h. der mit dem Auftreten der spontanen Magnetisierung verbundenen Volumänderung hat der Referent die Funktion u für verschiedene Elemente, u. a. Fe, Ni und Co, bestimmt. Er findet, dass u eine universelle Funktion wird, wenn man sie nicht in Abhängigkeit vom Abstand der Atomschwerpunkte, sondern als Funktion des kürzesten Abstandes der unvollständigen Elektronenschalen aufträgt. Sei $d-2r$ dieser kürzeste Abstand, so hat u = fkt $(d-2r)$ etwa den folgenden Verlauf: für $d-2r < 1{,}05$ Å (1 Å = 10^{-8} cm) ist u negativ, wird Null bei 1,05 Å, erreicht ein Maximum bei 1,30 Å und nimmt wieder negative Werte an von 1,45 Å ab. Als Bedingung für das Auftreten von Ferromagnetismus resultiert somit nach oben Gesagtem ein Abstand der nicht vollständig besetzten Schalen, der zwischen 1,05 und 1,45 Å liegt. Dieser Bedingung genügen gerade Fe, Ni und Co. *H. W.*

[1]) R. Sänger, Bull. SEV 1934, S. 137 und S. 568.

[2]) Cioffi, unpublished results, nach G. Elmen, Bell Telephon System, Technical publication, N° B 908.

[3]) Dillinger u. Bozorth, Physics, Bd. 16, 1935, S. 279.

L'équipement électrique du paquebot «Normandie»

621.34 : 629.123.23(44)

Le paquebot «Normandie» étant une véritable ville où doivent être assurées la production et la transmission de l'énergie électrique nécessaire à tous les besoins, tant en force motrice qu'en éclairage et en chauffage, nous ne pouvons qu'aborder brièvement ces nombreuses applications de l'électricité.

Ce paquebot est prévu pour recevoir 1972 passagers, l'effectif de l'état-major et du personnel étant de 1345, de sorte

que le nombre de personnes embarquées atteint 3317. Le navire peut loger 8930 t de mazout, 6600 t d'eau douce et 534 t d'eau salée. La longueur hors tout est de 313,75 m, la largeur au pont en encorbellement de 36,40 m, la distance du sommet de la cheminée avant au-dessus de la quille de 56 m, le tirant d'eau moyen en charge 11,6 m et la jauge 79 000 tonneaux.

1° Description de l'appareil de propulsion.

L'appareil de propulsion comprend essentiellement l'appareil évaporatoire à chauffe au mazout, et l'appareil moteur qui comporte quatre lignes d'arbres entraînées chacune directement par un moteur électrique synchrone à courant triphasé, 5500/6000 V, 0 à 81 pér./s, 29 500 kW à 238/243 t/min. L'énergie est fournie à ces moteurs par quatre groupes turbo-alternateurs complètement indépendants.

L'excitation des quatre alternateurs et des quatre moteurs d'hélices est fournie par quatre groupes convertisseurs composés chacun d'un moteur compound à courant continu, accouplé d'un côté à une génératrice pour l'excitation de l'alternateur et de l'autre côté à une génératrice pour l'excitation du moteur d'hélice correspondant. Le moteur à courant continu est alimenté sous 220 V par les groupes turbodynamo. Les deux génératrices sont à excitation indépendante.

Chaque ensemble constitué par le groupe turboalternateur, le moteur synchrone qu'il alimente et le groupe convertisseur, forme ainsi un tout entièrement indépendant capable de développer 29 000 kW sur l'hélice.

L'inversion du sens de marche est obtenue par l'inversion de deux connexions du stator de chaque moteur synchrone.

En marche normale, la liaison entre les alternateurs et les moteurs est synchrone avec un rapport de vitesse égal à 10. La vitesse des hélices est réglée en agissant sur le régulateur de vitesse de la turbine. Toutefois, pendant les démarrages et les inversions du sens de marche, les moteurs d'hélice fonctionnent en moteurs asynchrones.

Voici dès lors le fonctionnement de l'ensemble des appareils: On démarre les groupes d'excitation et on amène les turbines au quart de la vitesse normale. On ferme l'inverseur des circuits à haute tension dans le sens marche avant par exemple, puis l'alternateur est surexcité, ce qui permet de démarrer le moteur d'hélice en moteur asynchrone avec un fort couple de démarrage. Lorsque le moteur est à une vitesse voisine du synchronisme, on excite son rotor et il s'accroche en moteur synchrone; dès lors toute variation de vitesse du groupe turboalternateur provoque une variation proportionnelle de la vitesse de l'hélice. Il reste à amener chaque turboalternateur à sa vitesse normale en agissant sur le régulateur de chaque turbine.

Toutes ces opérations se font par un manipulateur de commande pour chaque ligne d'arbre qui se trouve sur les pupitres de manœuvre (un par bord) ainsi que des indicateurs de vitesse des hélices et des alternateurs.

2° Production et distribution de l'énergie des services auxiliaires.

L'alimentation des services auxiliaires est fournie par six groupes turbodynamo d'une puissance unitaire de 2200 kW. Chaque turbine entraîne chaque génératrice par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse 5200/530 t/min. Les génératrices sont à excitation shunt, la tension de 220 V est réglée à l'aide d'un régulateur de tension.

Le courant (10 000 A) de chaque dynamo est amené au tableau principal par 20 barres de 100 × 5 mm. Ce tableau comporte deux jeux de deux barres générales prévus chacun pour 22 000 A. Les barres «machines» alimentent un certain nombre de tableaux secondaires d'où partent les circuits à 220 V alimentant directement les auxiliaires des machines. Les barres «coque» alimentent un tableau de répartition des circuits de coque, qui est le tableau de «l'hôtel». Les circuits issus du tableau de l'hôtel vont rejoindre à chaque pont des tableaux secondaires principaux. Ces tableaux comportent trois barres principales: la barre positive, la barre négative et la barre neutre, lesquelles reçoivent ces polarités directement des groupes compensateurs qui assurent l'équilibrage des ponts. De ces tableaux secondaires principaux partent des liaisons à 110 V aboutissant aux tableaux «secondaires auxiliaires». Les circuits issus de ces tableaux ne sont que bifilaires; l'un d'eux a une polarité toujours neutre, l'autre une polarité positive ou négative.

Pour que les installations électriques ne puissent devenir génératrices ou propagatrices d'incendie, on a adopté les dispositions suivantes: Les canalisations électriques sont montées dans des gouttières métalliques et sont rigoureusement alignées. Les câbles de polarités différentes sont séparés pour éviter les courts-circuits qui pourraient résulter de dénudations locales et on a prévu une mise spéciale à la masse, tous les 50 mètres, des enveloppes métalliques des câbles.

Le paquebot étant divisé en tranches d'incendie qui peuvent être isolées l'une de l'autre, la distribution de l'énergie s'effectue d'une manière autonome dans chacune des grandes tranches, tant pour la force motrice que pour l'éclairage. Cette autonomie permet d'interrompre partiellement ou en totalité les circuits d'alimentation en force motrice ou en éclairage de la tranche dans laquelle se trouverait un compartiment sinistré, et de laisser en activité pour les autres tranches les circuits alimentant normalement tous les appareils.

La protection contre les surintensités est réalisée au moyen de disjoncteurs thermiques protégeant les canalisations principales et par des fusibles.

3° Sources indépendantes du réseau général.

Afin de permettre à tout organe électrique, assurant un service important, de fonctionner en toute indépendance, il a été adopté dans une très large mesure le système de sources indépendantes du réseau général. Il existe au pont supérieur une station de secours comportant deux groupes générateurs à moteur Diesel de 150 kW et deux groupes compensateurs. Pour brancher ces génératrices sur les circuits de secours il suffit de manœuvrer un inverseur.

Une batterie d'accumulateurs au cadmium-nickel de 528 Ah sous 110 V est placée à l'arrière du navire, au pont supérieur; elle assure une distribution d'énergie doublant en partie la première distribution de secours. Une quinzaine de batteries de 20 Ah sous 24 V se mettent automatiquement en circuit si certains réseaux d'éclairage de toute première nécessité viennent à se trouver sans courant. Il y a également deux batteries qui assurent respectivement le fonctionnement de secours de deux compas gyroscopiques. De plus, d'importantes batteries alimentent aussi les appareils téléphoniques, les avertisseurs d'incendie à main et des hauts-parleurs.

Enfin, comme autre système de source indépendante du réseau général, on utilise des convertisseurs rotatifs. C'est ainsi que les avertisseurs d'incendie à main, les compas gyroscopiques et la commande du pilote automatique peuvent être alimentés non seulement par les batteries d'accumulateurs, mais aussi par des convertisseurs rotatifs fonctionnant en tampon sur chacune des batteries affectées à ces services. (Rev. Gén. Elect. T XXXVIII No. 4, 5, 6, Juillet-Août 1935.) *P. M.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Elektromechanische Systeme unter besonderer Berücksichtigung der Quarzfilter.

537.228.1 : 621.391.31

Ueber dieses Thema sprach Prof. Dr. H. Salinger, Berlin, im sechsten der von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vorträge für technische Physik. Seine interessanten Ausführungen seien hier in Kürze wiedergegeben.

Elektromechanische Systeme heissen alle Vorrichtungen, die elektrische Energie in mechanische umwandeln und umgekehrt. Von den zahlreichen Anordnungen dieser Art sollen

hier nur solche behandelt werden, in denen Wechselströme in schwingende mechanische Bewegungen und umgekehrt verwandelt werden, also im wesentlichen die in der Nachrichtentechnik verwendeten. Hierbei ist zwischen zwei Klassen von Systemen zu unterscheiden: solchen, die innerhalb eines grossen Frequenzbereiches arbeiten (Mikrophon, Telephon, Lautsprecher) und solchen mit ausgeprägten Resonanzstellen, wie Stimmgabelsummer, Ultraschallsender, Quarzfilter. Uns werden im folgenden vorwiegend die der zweiten Klasse zugehörigen Apparate interessieren.

Die erste, von der Theorie der elektromechanischen Systeme zu beantwortende Frage ist folgende: Lässt sich zu jedem mechanischen System ein elektrisches Ersatzschema finden? Da die Siebkettentheorie, die im Vordergrund dieser Betrachtungen steht, stets verlustlose Schaltungen untersucht, wobei die unvermeidlichen Verluste nachträglich als Korrektur eingeführt werden, kann man sich hierbei auf solche mechanische Systeme beschränken, die verlustlos arbeiten und ausserdem linearen Differentialgleichungen genügen. (Das letztere bedeutet, dass die auftretenden Bewegungen als so klein vorausgesetzt werden, dass alle höheren als ersten Potenzen der Ablenkungen aus der Gleichgewichtslage vernachlässigt werden können). Unter diesen Voraussetzungen lässt sich zeigen, dass die Mannigfaltigkeit der in diesen Systemen auftretenden mechanischen Widerstände nicht grösser ist als die der elektrischen, d. h. dass zu jedem mechanischen Scheinwiderstand ein elektrischer Ersatzwiderstand existiert.

Ein weiterer für die Behandlung elektromechanischer Systeme wichtiger Satz ist der, dass sich jedes mechanische System in der Umgebung einer Eigenschwingung mathematisch durch ein einfaches Federpendel ersetzen lässt. Sein Beweis wird in folgender Weise erbracht: Gegeben sei ein mechanisches System, das unter dem Einfluss einer Wechselkraft Schwingungen um eine Gleichgewichtslage ausführt. Als mechanischer Scheinwiderstand W werde definiert das (im allg. komplexe) Verhältnis der Kraft zur Geschwindigkeit ihres Angriffspunktes. W ist eine Funktion der erregenden Frequenz $p = \delta + j\omega$ ($j^2 = -1$). Wie aus der Voraussetzung der Verlustlosigkeit folgt, muss für rein imaginäres p (ungedämpfte Erregung) auch W rein imaginär sein, d. h. die Phasenverschiebung zwischen Kraft und Geschwindigkeit ihres Angriffspunktes beträgt 90°; es findet also keine Energieabgabe an das System statt. Die verschiedenen Eigenschwingungen des Systems müssen sämtliche bei rein imaginärem p liegen, da ja komplexes p ansteigende oder abklingende Eigenschwingungen bedeuten würde, was aus energetischen Gründen unmöglich ist. Ferner muss W an diesen Stellen gleich Null werden; andernfalls würde sich das System zu beliebig grossen Elongationen aufschaukeln. Beschränkt man sich auf rein imaginäre Werte von p, so kann in der Umgebung einer Nullstelle von W in bekannter Weise

$$\frac{1}{W} = \frac{a}{(p - p_0)^n}$$

gesetzt werden, wo p_0 die Nullstelle bedeutet. Aus funktionentheoretischen Betrachtungen folgt nun weiter, dass die Nullstellen von W alle einfach sind ($n = 1$), dass ferner zu jeder Nullstelle $p_0 = j\omega_0$ eine zweite $p_0' = -j\omega_0$ mit gleichem Entwicklungskoeffizienten a gehört. In der Partialbruchzerlegung von $1/W$ ist dann eine paarweise Zusammenfassung der Glieder möglich:

$$\frac{1}{W} = \dots + \frac{a}{j(\omega - \omega_0)} + \frac{a}{j(\omega + \omega_0)} + \dots = \frac{2\,a\,\omega}{j\,(\omega^2 - \omega_0^2)} + \dots$$

und in genügend kleiner Umgebung einer Nullstelle reduziert sich der Ausdruck für W auf:

$$W = j\,\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\,a\,\omega}$$

Vergleicht man den so erhaltenen Widerstand W mit dem Widerstand W_1 einer Masse m, die an einer Feder von der Steifigkeit s hängt, also dem eines einfachen Federpendels:

$$W_1 = j\,\omega\,m + \frac{s}{j\,\omega} = j\,m\,\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega} \qquad \text{wo } \omega_0^2 = \frac{s}{m}$$

so erkennt man, dass beide Ausdrücke gleich werden, wenn $a = \frac{1}{2\,m}$ gesetzt wird. Damit ist die obige Behauptung bewiesen.

Mit Hilfe dieses Satzes lässt sich das Problem der Longitudinalschwingungen eines dünnen Stabes, die durch eine an der Stirnseite angreifende Wechselkraft erregt werden, in der Umgebung einer Resonanzstelle leicht behandeln. Von diesem Beispiel kann der Uebergang gemacht werden zum Fall einer durch Elektrostriktion erregten Schwingung eines stabförmigen Dielektrikums. Die Durchrechnung dieser Probleme stellt die Formeln bereit zur mathematischen Behandlung der Schwingquarze. Mit diesen Andeutungen müssen wir uns an dieser Stelle begnügen.

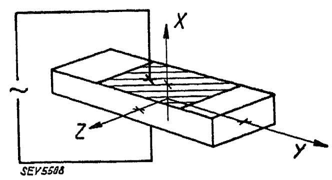


Fig. 1.

Die Verwendungsmöglichkeit von Kristallen, insbesondere des Quarzes, in Filterkreisen beruht auf folgendem Phänomen: Wird ein Quarzstab (x elektrische, z optische Axe, s. Fig. 1) zwischen zwei Elektroden gebracht, an denen ein elektrisches Wechselfeld liegt, so vollführt er unter der Einwirkung dieses Feldes mechanische Schwingungen. Diese sind sehr schwach gedämpft, die Resonanzkurve ist somit schmal und steil (Resonanz: die Frequenz des angelegten Wechselfeldes stimmt überein mit der mechanischen Eigenfrequenz des Schwingquarzes). Ein solcher Quarz repräsentiert ein elektromechanisches System, zu dem nach früheren Erörterungen ein elektrisches Ersatzschema gehört. Enthält eine Siebschaltung Kreise, die mit den Ersatzschaltungen schwingender Quarze übereinstimmen, so lassen sich diese Teile der Schaltung durch die entsprechenden Kristalle ersetzen, und man erhält in dieser Weise Filter, die infolge der weitgehend ungedämpften Kristallschwingungen geringere Verluste aufweisen als die rein elektrischen. Die Quarze bieten noch eine weitere Möglichkeit, von der bis jetzt jedoch noch kaum Gebrauch gemacht worden ist: man kann bei ihnen mit weit geringerem Aufwand zu sehr tiefen Frequenzen gelangen als bei rein elektrischen Systemen.

Ausführliche Untersuchungen zur Theorie der Quarzfilter wurden vor zwei Jahren von Mason [1]) veröffentlicht. Einige seiner Ergebnisse sollen nachstehend mitgeteilt werden.

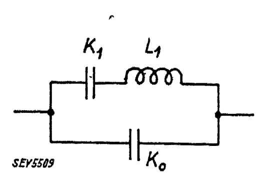


Fig. 2.

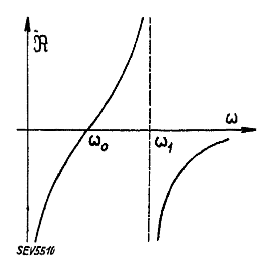


Fig. 3.

Die Grundlage der Theorie bildet das Ersatzschema Fig. 2 des Schwingquarzes. Es stellt eine reine Reaktanzschaltung dar; die (dem Ohmschen Widerstand entsprechende) Dämpfung ist somit vernachlässigt. Den Verlauf des gesamten Scheinwiderstandes $\mathfrak{R}$ der Ersatzschaltung in Abhängigkeit von der Frequenz ω zeigt Fig. 3. Die Rechnung liefert für die Reihenresonanzstelle

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1\,K_1}}$$

[1]) Bell Syst. Techn. Journ. Bd. 13 (1934), 405.

und für die Sperrkreisresonanz

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{L_1 K_1 K_0}{K_0 + K_1}}}$$

Das Verhältnis

$$a = \frac{K_1}{K_0} = \frac{\omega_1^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2} \approx 2\,\frac{\omega_1 - \omega_0}{\omega_0}$$

wird bestimmt durch die elastischen Konstanten des Quarzes. Der höchste Wert, den es annehmen kann, beträgt etwa 8 ‰.

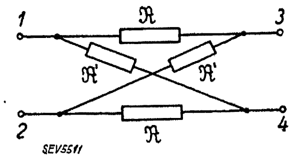


Fig. 4.

Unter den verschiedenen Formen von Quarzfiltern sind speziell die Kreuzgliederketten hervorzuheben. Fig. 4 zeigt ein Kreuzglied, bestehend aus je zwei Reaktanzen $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$. Die Schaltung lässt sich sofort umzeichnen in die der Fig. 5 und erweist sich somit als eine Brückenschaltung. Sind $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$ einander gleich, so ist die Brücke abgeglichen, die Schaltung also in der Richtung von 1, 2 nach 3, 4 völlig undurchlässig zufolge dem bekannten, für reine Reaktanzbrücken geltenden Satz, dass sie dämpfen in den Gebieten, wo $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$ gleiches Vorzeichen haben, dagegen durchlässig sind für Frequenzen, bei denen $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$ Reaktanzen verschiedenen Vorzeichens sind. Schaltet man nun nach Fig. 6 für $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$ paarweise gleiche Kristalle ein, so erhält man ein Bandfilter, wenn die Resonanzstellen so zueinander gelegt werden, dass die Nullstelle ω_0' von $\mathfrak{R}'$ mit der Unendlichkeitsstelle ω_1 von $\mathfrak{R}$ übereinstimmt (s. Fig. 7). Dann haben $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{R}'$ im ganzen Frequenzgebiet von ω_0 bis ω_1' und nur dort entgegengesetztes Vorzeichen. Dies ist somit der Durchlässigkeitsbereich, er ist in relativem Mass gleich 1/2 $(a + a')$ (a' bezieht sich auf $\mathfrak{R}'$), kann also jedenfalls nicht grösser als 8 ‰ gemacht werden.

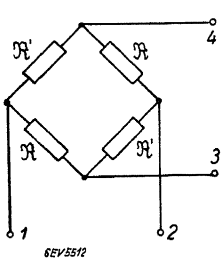


Fig. 5.

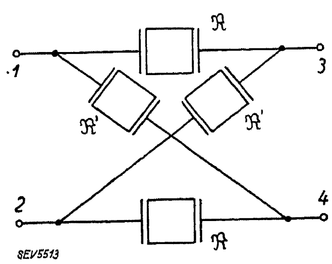


Fig. 6.

Eine der Hauptanwendungen der Quarzfilter ist die Trägerfrequenztelephonie. Für diese sind die bisher angegebenen Filter jedoch zu eng. Für die Uebertragung einer Bandbreite von beispielsweise 3000 Hz wäre, damit die relative Bandbreite unter 8 ‰ sinkt, eine Trägerfrequenz von über 360 000 Hz erforderlich. Durch Zufügung von Spulen, die in Reihe zum Brückenfilter liegen, kann nun erreicht werden, dass Reihenresonanz- und Sperrkreisfrequenz weiter auseinanderrücken. Man erhält mit solchen Anordnungen relative Bandbreiten von bis zu 13,5 %, womit der Anschluss an das mit rein elektrischen Mitteln Mögliche erreicht ist.

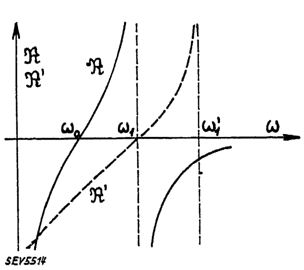


Fig. 7.

Aus diesen kurzen Ausführungen geht hervor, wie gut sich die heute so weit ausgearbeitete Theorie der Siebschaltungen auf elektromechanische Systeme übertragen lässt. Ergänzungen der Theorie sind allerdings noch erforderlich. So ist es wegen des hohen Preises der Kristalle besonders wichtig, die ökonomischste Filterform ausfindig zu machen. Auf eine Schwierigkeit muss ferner noch hingewiesen werden: Die Ersatzschemata gelten nur in der Umgebung einer Resonanzstelle. Nun besitzt ein Kristall, entsprechend der Zahl seiner Eigenschwingungen, deren mehrere. Es muss also dafür gesorgt werden, dass alle verschiedenen Eigenfrequenzen möglichst weit entfernt liegen von der, mit welcher gearbeitet wird. Dies gelingt durch Verwendung von Kristallformen, bei denen eine Dimension alle andern bei weitem überwiegt, also Stäben. Nun bleiben aber immer noch die Oberwellen der Grundschwingung. Sie bewirken, dass irgendwo im Sperrbereich wieder Durchlässigkeitsstellen auftreten. Dass das ein grosser Nachteil ist, leuchtet ein, wenn man beispielsweise an die heute viel erörterte Aufgabe denkt, hunderte von Trägerfrequenzkanälen auf der gleichen Leitung einzurichten. Man hilft sich dadurch, dass man die mit Quarzfiltern ausgerüsteten Kanäle zu Gruppen von z. B. 10 oder 20 zusammengefasst, und diese Gruppen durch elektrische Siebe voneinander trennt. Dann müssen die Kanäle nur innerhalb des Frequenzbereiches einer Gruppe einwellig sein.

H. W.

Grossleistungsröhren.

621.396.615.16

Vor etwa zehn Jahren war die Entwicklung der wassergekühlten Senderöhren soweit gediehen, dass mit ihrer Einführung in Sender grosser Leistung begonnen werden konnte. Die Lebensdauer der 10 kW-Röhren betrug damals rund 1000 Stunden; moderne Röhren gleicher Leistung überleben 10 000 Betriebsstunden.

Anfangs war man genötigt, für grössere Telephonie-Sendeleistungen eine Anzahl Röhren in der Endstufe parallel zu schalten. *Marconi* erreichte bereits 1922 mit 60 parallel arbeitenden Röhren 100 kW Hochfrequenzleistung. Die Endstufe des Rundspruchsenders Mühlacker enthielt noch 18 parallel geschaltete Senderöhren für je 20 kW. Der grosse Röhrenverschleiss war aber mit hohen Betriebskosten verknüpft.

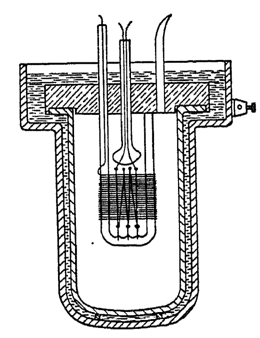


Fig. 1.
Wassergekühlte Hochleistungsröhre nach Lee de Forest.

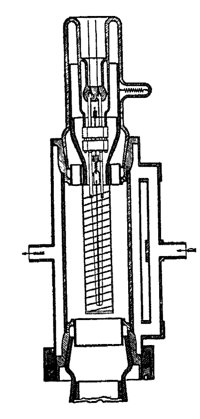


Fig. 2.
Senderöhre nach F. Holweck.

Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit der Großsender erheischten somit den Bau immer grösserer Röhreneinheiten. In Deutschland ist das jüngste Glied der Entwicklungsreihe die Grossleistungs-Senderöhre RS 300 (Telefunken), die 300 kW Antennenleistung abzugeben vermag.

Auf dem langwierigen Entwicklungsweg zur Grossleistungsröhre erkannte *Lee de Forest* (USA) schon 1915 die Wichtigkeit der Anoden- und Gitterkühlung. Von ihm stammt auch der ausserordentlich fruchtbare Gedanke, die Anode zu einem Teil der Gefässwand zu machen (Fig. 1). Die vakuumdichte Einschmelzung der Anode in die Glaswandung bot jedoch zunächst noch grosse Schwierigkeiten.

Da umging *F. Holweck* (Paris) 1922 dieses Problem, indem er zerlegbare Grossleistungsröhren baute (Fig. 2), wobei der Quetschfuss, der Gitter und Kathode trägt, durch einen Schliff auf dem wassergekühlten, metallenen Anodenzylinder aufgesetzt wird und das Ganze mit einem zweiten Schliff unmittelbar auf dem Stutzen einer besonders entwickelten Molekularpumpe sitzt. Diese Röhren arbeiten an dauernd laufender Pumpe. Die Kathode kann mit geringer Mühe und rasch ersetzt werden. Holweck-Röhren für 10 kW und 30 kW Hochfrequenzleistung sind in Frankreich in Betrieb; die grösste bisher entwickelte Holweck-Röhre liefert etwa 150 kW. An Stelle der Molekularluftpumpe verwendet die *Metropolitan Vickers* Electrical Co. Oel-Diffusionspumpen (Apiezon-Oele). Eine 40 kW-Röhre hat sich in Kurzwellensendern bewährt. Versuche mit einer 500 kW-Röhre sind im Gange.

Anderseits wurden aber im Laufe der Zeit auch die Schwierigkeiten überwunden, die anfänglich einer luftdichten und temperaturbeständigen Verbindung zwischen Glasröhren grossen Durchmessers und Metallzylindern entgegenstanden. Bahnbrechend waren hier die Versuche von *G. Housekeeper* (Western Electric Co.) und *Osias Kruh*. Es gelang zunächst, konisch in sehr kleine Wandstärke auslaufende Cu-Zylinder einwandfrei und haltbar mit Glaszylindern zu verschmelzen. Später verwendeten *van der Pol* und *K. Posthumus* (Philips) mit Erfolg Chromeisen (15 bis 30 % Cr), das von Glas gut benetzt wird. Heute kennt man eine grosse Anzahl Legierungen, die sich für diese Zwecke eignen. Wesentlich ist dabei, dass der Metallring an der Einschmelzstelle eine möglichst dünne Wandung aufweist und nach der Seite hin, die der Einschmelzstelle gegenüberliegt, nur allmählich dicker wird, wodurch sich beim Einschmelzen Spannungen im Glas vermeiden lassen.

Mit der Lösung des Einschmelzproblems war der Weg zwar frei für den Bau von wassergekühlten Grossleistungsröhren mit Aussenanoden, die im abgeschmolzenen Zustand betrieben werden. Zahlreiche und dickere Kathodendrähte brachten grössere Leistung. Jede so erreichte Leistungssteigerung ist jedoch mit einer Erhöhung der Raumlade-Sättigungs-Spannung in der Gitterebene (Restspannung) verbunden und erfordert also bei gegebener Anodenspannung eine Vergrösserung des Durchgriffes, oder umgekehrt bei gegebenem Durchgriff eine höhere Anodenspannung. Röhren für mehr als 20 000 V Anodenspannung benötigen aber zur Zeit zu ihrer Herstellung noch einen Mehraufwand, der in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zur erzielten Wirkung steht. Erst die Schaffung der Grossoberflächenkathode liess die abgeschmolzene 300 kW-Röhre zur Wirklichkeit werden. Der erste Vorschlag in dieser Richtung stammt wahrscheinlich von *McCullough*. Mit Erfolg wurde sie jedoch zuerst von *S. Ganswindt* und *K. Matthies* (S & H) in der Röhre RS 300 verwendet. Hier besteht die Elektronen emittierende Fläche aus Niob [1]) und hat die Form eines Hohlzylinders von 70 cm Länge und 4 cm Durchmesser. In seinem Innern befindet sich ein Bündel Wolframdrähte, das den Heizstrom führt und den Niobzylinder indirekt heizt; der Niobzylinder dient gleichzeitig als Rückleitung des Heizstromes und erhält so eine zusätzliche direkte Heizung. Diese Grossoberflächenkathode wird mit 1800 A geheizt (17 bis 18 V) und liefert einen Elektronen-Sättigungsstrom von 200 A. Die Heizung kann mit Wechselstrom erfolgen. Um zu hohe Beanspruchung der Einschmelzstellen zu vermeiden, sind die Kathodenzuführungen mit Wasser gekühlt, wodurch allerdings gegen die Enden der im Verhältnis zum Durchmesser kurzen Kathode die Kathodentemperatur stark abfällt. Durch Strahlungsschirme an den Kathodenenden wird, soweit dies nützlich erscheint, eine etwas gleichmässigere Temperaturverteilung verwirklicht. Anderseits ist nämlich der Temperaturabfall gegen die Enden bis zu einem gewissen Grade günstig, denn er bewirkt eine erwünschte Linearisierung (geringere Krümmung) der Raumladekennlinien (Anode und Gitter auf gleichem Potential; $U_a = U_g$). Zur Aussteuerung sind bei dieser Röhre in der Gitterebene nur 800 Volt erforderlich, was einer Steilheit von 250 mA/V entspricht. Auch hat die Langmuir-Konstante β^2 im Raumladegesetz

$$I = 14{,}67 \cdot 10^{-6} \cdot l \cdot U^{3/2} / (r \cdot \beta^2)$$

den besonders niedrigen Betrag $\beta^2 = 0{,}04232$ (l Kathodenlänge, r Radius des Gitterzylinders). Fig. 3 zeigt den Kopf der RS 300; Kathode und Gitter ragen vertikal nach abwärts in den Anodenzylinder hinein.

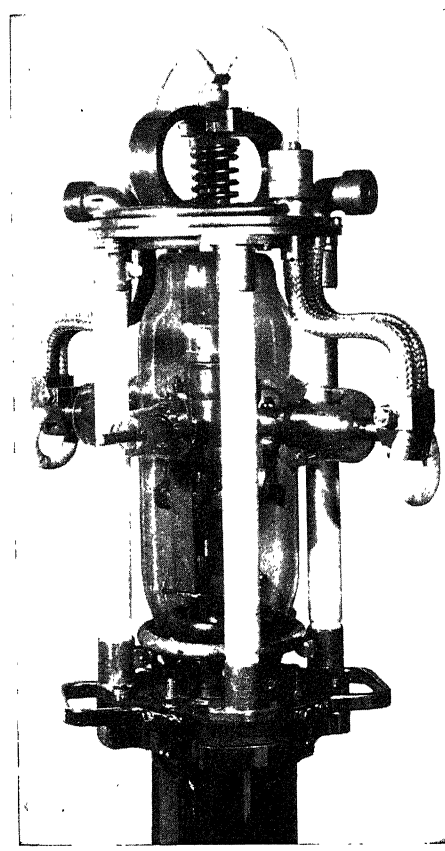


Fig. 3.
Kopf der Grossleistungsröhre RS 300 (Telefunken), 300 kW.

Die ehemals beim Betrieb von Grossleistungsröhren sehr gefürchteten Röhrenüberschläge verlaufen heute meistens ganz harmlos. Durch Verwendung gittergesteuerter Gleichrichter gelingt es, die durch Röhrenüberschläge hervorgerufenen Störungen in so kurzer Zeit vollautomatisch zu beheben, dass sie für den Rundspruchhörer unmerkbar sind. — (F. Banneitz u. A. Gehrts, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 11 [1934], H. 6, S. 214, mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
H. B.

Mesures de rayonnement. 621.396.81.0014

Les mesures de rayonnement d'une antenne supposent que les deux champs électrique et magnétique alternatifs peuvent être représentés, au point de l'espace où l'on effectue la mesure, par deux vecteurs dont les directions sont fixes. Si Z, par exemple, est la valeur du champ électrique en un point, cela signifie qu'un conducteur rectiligne de longueur dl, disposé en ce point parallèlement au champ, sera le siège d'une f. é. m. alternative $dE = Z \cdot dl$. On admet ici que le champ électrique est vertical, et que l'onde hertzienne se propage sur un sol plan et conducteur. Il existe alors une relation simple entre les deux champs, et les mesures peuvent être exécutées indifféremment avec un cadre vertical ou une antenne comme collecteur d'ondes. Comme conséquence de cette relation, la «hauteur effective» h de l'antenne correspondant à un cadre de surface S est $h = \frac{2\pi S}{\lambda}$. Cette relation

[1]) Element Niobium, Symbol Nb, Ordnungszahl 41, praktisches Atomgewicht 93,3; steht im periodischen System zwischen Molybdän und Zirkon.

n'est plus valable si le champ électrique est incliné, si l'on se trouve à proximité d'obstacles, et si les ondes sont courtes.

Les forces électromotrices à mesurer étant petites (microvolts ou millivolts), on les amplifie dans un récepteur terminé par un appareil de mesure dont on note la déviation. On supprime ensuite la réception de l'onde lointaine, et on remplace son action sur le récepteur par la f. é. m. de même

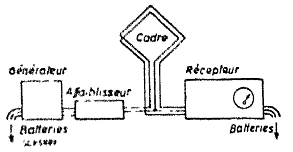


Fig. 1.

Dispositif pour mesures de champ.

fréquence fournie par un générateur étalonné. On règle l'intensité du générateur jusqu'à ce qu'on obtienne la même déviation sur l'appareil de lecture du récepteur. Les f. é. m. correspondant aux divers réglages du générateur ayant été préalablement étalonnées, on en déduit la valeur de la f. é. m. fournie par le collecteur d'ondes et l'intensité du champ électrique (fig. 1).

Appareils du dispositif.

Le *cadre* est le collecteur d'ondes le plus commode; sa hauteur effective est bien connue et il permet par simple rotation de supprimer la réception de l'onde. Il doit être parfaitement compensé (au moyen d'une prise médiane à la terre par exemple) et disposé assez loin du récepteur. On prendra garde aux «bouts morts».

Lorsqu'on emploie une *antenne*, sa hauteur peut n'être pas parfaitement définie si la «terre» ne se trouve pas au voisinage immédiat du récepteur. Comme on ne peut suspendre la réception par l'antenne, si le récepteur est à commande unique on le désaccorde légèrement de part et d'autre et on mesure sa sensibilité dans ces deux positions au moyen du générateur local. On peut aussi étudier au préalable le détecteur et déterminer la variation du courant qu'il donne lorsqu'on double l'intensité de la force électromotrice reçue. On juge alors de l'égalité de la f. é m. du générateur à celle de l'antenne en superposant la première à la seconde.

Le *récepteur* doit être très stable et très sélectif; sa sensibilité sera élevée et réglable dans un large intervalle. L'amplification totale atteindra 10^4 à 10^5. M. David recommande de prendre pour appareil de mesure du courant détecté un milliampèremètre différentiel, ce qui permet de compenser le courant de repos. On peut connecter un appareil enregistreur à la place de l'appareil de lecture; il sera bon alors de pourvoir le récepteur d'un régulateur antifading.

Enfin, la pièce essentielle du dispositif est le *générateur étalonné* qui fournit les f. é. m. très petites et connues que l'on compare à la f. é. m. de l'onde reçue. Il comporte un oscillateur un peu puissant, soigneusement blindé, suivi d'un affaiblisseur à transformateurs sinusoïdaux.

La précision des mesures obtenues avec ce montage peut atteindre de 5 à 10 %.

Utilité des mesures.

Les mesures de champ donnent des indications précieuses dans plusieurs cas:

1° Pour déterminer le rayonnement efficace de plusieurs types d'antennes, leur hauteur effective, et, cas échéant, leur pouvoir directionnel. La figure 2 montre la répartition géographique des champs du poste de la tour Eiffel qui utilise un pylône unique de 300 mètres de hauteur avec une antenne oblique en éventail.

2° Pour mesurer l'intensité des harmoniques nuisibles, rayonnés par une antenne.

3° Pour connaître l'intensité des champs parasites d'origine atmosphérique ou artificielle, et pour apprécier l'efficacité des différents dispositifs antiparasites.

4° La propagation des ondes dépend de nombreux facteurs: la nature et le relief du sol, la courbure de la terre et la réflexion dans la haute atmosphère variable avec le lieu et le temps. Comme la théorie scientifique de la propagation ne peut tenir compte simultanément de tous ces facteurs, ses indications sont à contrôler par des mesures (fig. 3).

5° Enfin, la connaissance du mode de propagation des ondes offre un intérêt important pour l'organisation générale des radiocommunications, c'est-à-dire pour la détermination de la bande de fréquence à attribuer à une station en fonction de sa position par rapport aux autres stations et de sa puissance. Dans la région des ondes les plus favorables, le

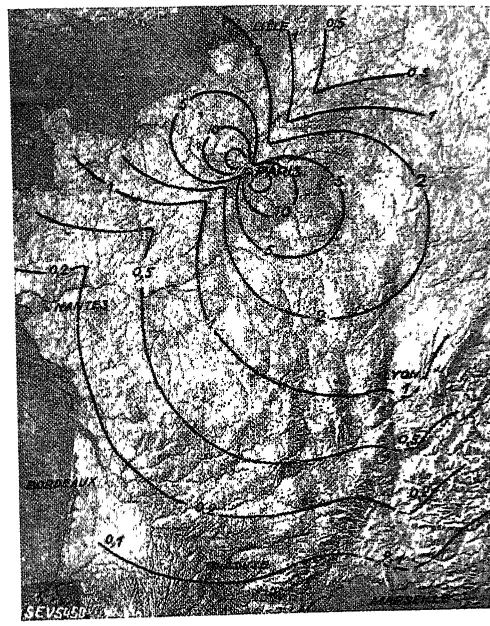


Fig. 2.
Champ de la Tour Eiffel (antenne moyenne) de jour.
$\lambda = 1445$ m. $P = 13$ kW. Graduations en mV/m.

nombre des ondes disponibles est plus faible que la demande. On ne peut donc attribuer à chaque poste une onde exclusive qui ne soit pas perturbée par les ondes voisines. Il faut alors prévoir, dans la mesure du possible, la distance géographique minimum et la puissance maximum des stations dont les longueurs d'onde sont voisines, pour limiter à une valeur acceptable les brouillages qu'elles produisent entre elles dans la

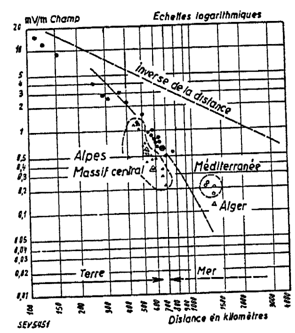


Fig. 3.
Propagation de l'onde de 1725 m (Radio-Paris) en France et Méditerranée, de jour.

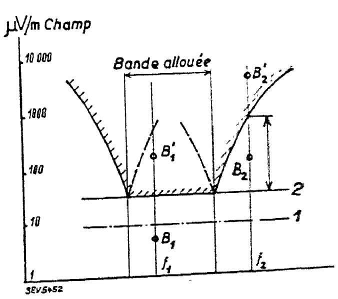


Fig. 4.
Courbes de protection d'un service.
1 Champ utile.
2 Limite du champ brouilleur.

réception. De plus, la sélectivité des postes de réception n'étant pas illimitée, la juxtaposition dans une bande voisine d'un poste de puissance très élevée peut occasionner des perturbations dans la réception d'un émetteur de puissance relativement très faible.

Pour résoudre ces difficultés, on établit dans chaque cas de réception une *courbe de protection* du service (fig. 4). On porte en abcisse les fréquences dans la région étudiée, et en

ordonnée tout d'abord le champ limite au-dessus duquel devra se trouver le champ d'émission, ensuite le champ limite dans la bande au-dessous duquel devra se trouver tout brouilleur, et enfin, hors de la bande, la courbe de champ limite (donnée par la courbe de sélectivité du récepteur) que les champs brouilleurs ne devront pas dépasser.

On peut ainsi réduire sensiblement les brouillages. (P. David. Onde électr. avril 1934, p. 172.) *G. J.*

Neue Fundstätten für Piëzo-Quarzkristalle.

Während Quarz eines der verbreitetsten Mineralien auf der Erde ist (Quarzsand, Kieselsteine, Sandstein usw.), sind wohlausgebildete Kristalle, die sich für piëzoelektrische Zwecke eignen, selten. Bisher wurden sie hauptsächlich von Brasilien und Madagaskar geliefert. Laut Informationen des «Imperial Institute» in London sind innerhalb des britischen Imperiums, nämlich im Protektorat *Uganda* (Afrika, südwestlich von Abessinien) neue wichtige Fundstätten entdeckt worden.

Es ist bekannt, dass die Elektrotechnik seit einigen Jahren mehr und mehr Quarzkristalle benötigt, aus denen geeignete Stücke herausgeschnitten werden. Diese dienen einmal dazu, die Frequenzkonstanz von Hochfrequenz-Generatoren zu gewährleisten. Ferner können mit Hilfe von Piëzoquarzen kurzdauernde Luftdruckwellen, z. B. von Geschossen, untersucht werden. Wichtig ist auch die Anwendung von Piëzoquarzen zum Bau von Ultraschallsendern. Diese werden u. a. zur Messung der Meerestiefe benützt. Solche Geräte werden neuerdings bei vielen Ozeanschiffen eingebaut, um die Tiefe des Wassers unter dem Kiel fortlaufend zu überwachen. So können Untiefen, Sandbänke, Klippen, Eisberge und andere Hindernisse rechtzeitig erkannt werden. *A. St.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Fusion E. W. Olten-Aarburg A.-G. mit Ofelti.

Die Tagespresse meldet, dass die am 30. Juni zusammengetretenen ausserordentlichen Generalversammlungen der Aktionäre des Elektrizitätswerkes Olten-Aarburg A.-G. (EWOA) und der Officine Elettriche Ticinesi S. A. (Ofelti) die Fusion dieser Gesellschaften genehmigt haben. Die EWOA als aufnehmende Gesellschaft hat dabei den neuen Namen *«Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität» (Atel)* angenommen und ihr Aktienkapital um 15 Millionen Fr. auf 50 Millionen Fr. erhöht.

Die Kraftwerkgruppe der EWOA (Gösgen und Ruppoldingen und ein Viertel von Ryburg/Schwörstadt) wurde bereits im Januar 1933 durch die Inbetriebsetzung der Gotthardleitung mit der Kraftwerkgruppe der Ofelti (Tremorgio, Piottino und Biaschina) verbunden. Letztere bildet zufolge ihrer Charakteristik als Hochdruckwerke mit wertvoller Tages- und Jahres-Akkumulierung die gegebene Ergänzung der Niederdruckwerke der EWOA, mit denen sie eine Betriebseinheit bilden. Da sich jedoch trotz der bestehenden engen und freundschaftlichen Beziehung zwischen den beiden Gesellschaften deren Interessen begreiflicherweise nicht vollkommen deckten, konnte nur ihre Fusion die gewünschte wirtschaftliche Einheit schaffen. Anlass zu dieser Fusion gab allerdings die Tatsache, dass zufolge der Einfuhrdrosselung für elektrische Energie durch Italien und des unbefriedigenden Ganges der chemischen Industrie in Bodio die Ergebnisse der Ofelti seit der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Piottino die Ausschüttung einer Dividende nicht gestatteten und auch für die nächste Zukunft eher mit einer Verschärfung der Lage gerechnet werden musste.

Mit dieser Fusion, welche rückwirkend auf den 1. April 1936 in Kraft tritt, verschwindet die bedeutendste Elektrizitätsgesellschaft im Tessin nach 19jährigem Bestehen.

Energieverbrauch in der elektrischen Grossküche des Sanatoriums Erzenberg in Langenbruck.

621.311.152 : 621.364.5

Diese Grossküche wurde in der «Schweizer Elektrorundschau» 1933, Nr. 6, beschrieben. Es lagen damals die Ergebnisse der 9 ersten Betriebsmonate vor. Nun sind wir dank der sorgfältigen Aufzeichnungen des Anstaltsarztes und Verwalters, Herrn Dr. Anton Christ, in der Lage, auch die Zahlen für die Jahre 1933 bis 1935 bekanntzugeben.

Die elektrische Grossküche hat einen Totalanschlusswert von 79,7 kW, wovon 67,7 kW auf die Kochapparate und 12,0 kW auf den Heisswasserspeicher entfallen. Im Sanatorium werden durchschnittlich ca. 78 Patienten und 30 weitere Personen verpflegt, etwa zu gleichen Teilen Kinder und Erwachsene.

Es ergaben sich in den Jahren 1933 bis 1935 folgende Verbrauchszahlen:

Jahr	Verpfl. Pers. mal Anzahl Tage	Küche Energieverbrauch		Heisswasserversorgung Energieverbrauch	
		Pro Jahr kWh	Pro Person und Tag kWh	Pro Jahr kWh	Pro Person und Tag kWh
1933	39 204	28 300	0,722	31 944	0,814
1934	39 420	28 930	0,734	33 650	0,853
1935	39 204	28 190	0,716	33 753	0,861

Im Durchschnitt ergibt sich für 108 verpflegte Personen ein Energieverbrauch für das *Kochen* von *0,725 kWh* pro Person und Tag und für die *Heisswasserbereitung* von *0,845 kWh* pro Person und Tag.

Die Energiepreise des liefernden Werkes, der Elektra Baselland, betrugen 6 Rp./kWh für die Kochenergie (in den drei Sommermonaten Juli-September 1935 = 5,5 Rp./kWh) und 3 Rp./kWh für die Heisswasserspeicher-Nachtenergie. Die *täglichen Ausgaben* pro verpflegte Person betrugen für das *Kochen = 4,32 Rp.* und für die *Heisswasserbereitung 2,53 Rp.*, total also *6,85 Rp.* *Härry.*

Energieverbrauch der elektrischen Grossküche im kantonalen Krankenhaus in Liestal.

621.311.152 : 621.364.5

Von der elektrischen Grossküche im kantonalen Krankenhaus in Liestal[1]) liegen nun die Erfahrungen über den Energieverbrauch für das Kochen für sieben Jahre vor. Die Küche bestand ursprünglich aus einem Kochherd, einem Patisserieofen und drei elektrischen Kippkesseln. Seither wurde noch eine Kaffeemaschine sowie eine Bratpfanne angeschlossen. Dieser Umstand sowie die etwas schwächere Belegung der Anstalt hatten zur Folge, dass der mittlere Energieverbrauch pro Person und Tag etwas gestiegen ist.

Es folgt eine Zusammenstellung der Verbrauchszahlen:

Jahr	Verpflegte Personen mal Anzahl Tage	Energieverbrauch Total kWh	Energieverbrauch Pro Pers. u. Tag kWh
1929	44 662	44 410	0,994
1930	62 885	57 120	0,908
1931	65 058	57 410	0,882
1932	64 693	57 280	0,885
1933	60 816	57 940	0,950
1934	59 905	60 600	1,010
1935	59 476	60 210	1,012

Härry.

---

[1]) Bull. SEV 1930, S. 587.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	A. E. K. Solothurn		Schweiz. Kraftübertragungs A.-G. Bern		Sopracenerina Locarno		Usine des Clées Yverdon	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie . kWh	2 353 810	1 760 430	—		21 700 000	21 700 000	7 353 185	7 403 895
2. Achat d'énergie . . . kWh	135 707 628	122 975 646	75 159 029		6 550 000	6 300 000	721 250	681 700
3. Energie distribuée . . kWh	138 061 438	124 736 076	70 339 265		23 600 000	23 420 000	8 074 435	8 085 595
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	+ 10,7		?		+ 0,8		0	
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	63 146 209	50 509 358	—		—	—	—	—
11. Charge maximum . . kW	24 735	23 868			6 100	6 000	2 200	2 170
12. Puissance installée totale kW	?	?			23 300	21 000	?	?
13. Lampes . . . . . . nombre	199 692	195 124			104 000	101 000	77 532	73 863
kW	7 277	7 099			3 200	3 100	1 710	1 670
14. Cuisinières . . . . . nombre	2 473	2 442			2 030	1 860	66	37
kW	11 440	11 179			7 200	6 300	425	224
15. Chauffe-eau . . . . nombre	5 621	5 385			1 280	1 140	179	141
kW	4 425	4 164			1 500	1 350	303	240
16. Moteurs industriels . nombre	6 240	5 940			1 350	1 250	1 734	1 696
kW	13 696	13 432			3 100	2 700	4 730	4 680
21. Nombre d'abonnements . . .	15 687	15 581	—		13 100	13 000	6 721	6 592
22. Recette moyenne par kWh cts.	/	/	?		6,56	6,60	11,1	11,1
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	3 000 000		4 200 000		2 500 000	2 500 000	1 600 000	
32. Emprunts à terme . . . »	1 500 000		—		3 731 000	3 248 500	—	—
33. Fortune coopérative . . . »	—		—		—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	—		—		—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	4 562 309		3 740 000		5 631 285	5 777 375	1 697 088	
36. Portefeuille et participat. »	—		702 300		50 000	50 000	1 326 871	
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	2 754 529		509 726		1 549 803	1 542 158	900 365	901 716
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	—		22 933		—	—	?	
43. Autres recettes . . . . . »	138 919		11 155		96 090	107 872	—	—
44. Intérêts débiteurs . . . . »	85 086		—		188 045	195 535	3 000	6 800
45. Charges fiscales . . . . »	45 174		32 099		194 188	184 607	58 718	64 692
46. Frais d'administration . . »	155 580		54 219		172 773	185 678	125 019	121 200
47. Frais d'exploitation . . . »	259 365		127 531		333 761	325 519	268 806	270 495
48. Achats d'énergie . . . . »	/				181 929	202 507	61 970	60 000
49. Amortissements et réserves »	199 000		257 200		361 811	329 126	212 636	212 049
50. Dividende . . . . »	105 000		0		212 757	224 809	170 212	167 539
51. En % . . . . %	3,5		0		7 1/2	8	10,63	10,47
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	—		—		—	—	—	—
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	/		?		/	/	?	?
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	/		?		/	/	?	?
63. Valeur comptable . . . . »	/		?		/	/	?	?
64. Soit en % des investissements	/		?		/	/	?	?

Société des Usines de l'Orbe.
1935.

Cette société qui exploite le chemin de fer électrique Orbe—Chavornay, une usine électrique et des entreprises accessoires, constate dans son 42e rapport du Conseil d'administration que sa situation financière est entièrement saine. Les recettes, tant du compte chemin de fer que de l'usine électrique, vont en augmentant. La Société a distribué pour l'année 1935 un dividende de 5½ %.

Le total des recettes de l'usine électrique en 1935 a été de fr. 209 444.—. Le produit brut de l'usine électrique a été de fr. 104 400.—. Du côté dépenses du compte de profits et pertes 1935 nous citons les intérêts des emprunts consolidés se montant à fr. 43 101.—, les amortissements de fr. 18 500.— et les versements dans les fonds spéciaux de fr. 12 588.—.

Du passif du bilan au 31 décembre 1935 nous notons: Capital social fr. 712 000.—, capital obligations fr. 874 000.—, capital amorti fr. 256 000.—, fonds de renouvellement fr. 254 000.—, fonds de réserve fr. 133 400.—, fonds d'amortissement de l'usine fr. 80 000.—.

A l'actif de ce même bilan nous notons que les frais d'installation de l'usine électrique se montent à fr. 900 104.—, des immeubles de l'Administration à fr. 103 000.—; les valeurs et créances figurant à l'actif se montent à fr. 348 813.—.

Die Welt-Elektrizitätswirtschaft 1935.

31 : 621.311(∞)

Die Veränderungen im *Elektrizitätsverbrauch* der Welt im Jahre 1935 sind mannigfaltig. Vor allem verbraucht die Elektro-Chemie und -Metallurgie erneut mehr Energie. Beachtenswert ist auch, dass der Verbrauch für Vollbahnen — überwiegend allerdings vermöge weiterer Umstellungen auf elektrischen Betrieb — zunimmt, obwohl die Rentabilität der grossen Eisenbahngesellschaften fast aller Länder schon seit Jahren viel zu wünschen übrig lässt.

Die Erzeugung der zehn elektrowirtschaftlich wichtigen Länder stieg von $195 \cdot 10^9$ kWh im Jahre 1934 auf rund $220 \cdot 10^9$ kWh, also um etwa 11 %. Tabelle I gilt für zwölf Länder, z. T. unterteilt nach öffentlichen und betriebseigenen Werken. Ueber dem Zunahme-Mittelwert lagen die Länder Belgien, Deutschland, Grossbritannien, Polen und Russland, während Frankreich einen sehr geringen Zuwachs aufweist. Dass die Erzeugung kein absolut sicherer Maßstab für die Konjunktur eines Landes ist, zeigen vor allem Italien und Grossbritannien, die trotz starker Wirtschaftsschwankungen eine stetige Aufwärtsentwicklung der Elektrizitätserzeugung haben.

Entwicklung der Elektrizitätserzeugung in 12 wichtigen Ländern.
Angaben in Milliarden kWh.

Tabelle I.

Land	[1])	1929	1932	1933	1934	1935
Deutschland	E	16,61	13,41	14,34	16,54	19,10 [2])
Deutschland	A	31,55	24,27	26,47	31,00 [2])	35,00 [2])
Belgien	A	4,02	3,93	3,90	4,02	4,46
Frankreich	A	14,35	13,59	14,91	15,40 [2])	15,90 [2])
Schweiz	A	5,30	4,79	4,94	5,36	5,71
Oesterreich	A	—	2,12	2,27	2,34	—
Tschechoslowakei	A	3,38	2,65	2,66	2,90	2,97
Polen	A	3,02	2,24	2,39	2,42	2,81
Grossbritannien	E	10,30	12,22	13,56	15,46	17,57
Grossbritannien	A	17,56	18,71	20,30	22,80	—
Italien	E	9,93	10,01	11,06	11,88	12,95 [2])
Russland	A	6,22	13,39	16,37	20,50	26,00 [2])
Ver. Staaten	E	91,42	77,87	79,87	85,97	93,58 [2])
Kanada	E	17,96	16,05	17,34	21,17	23,50 [2])

[1]) E = öffentliche Elektrizitätswerke.
A = sämtliche Werke, einschliesslich der betriebseigenen Anlagen.
[2]) Schätzungen auf Grund umfangreicher Teilergebnisse.

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Mai 1935	Mai 1936
1.	Importations . . .	en 10^6 frs	109,8	88,6
	(janvier-mai) . . .		(512,1)	(448,5)
	Exportations . . .		66,5	68,9
	(janvier-mai) . . .		(334,9)	(329,9)
2.	Marché du travail: demandes de places		65 908	80 004
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	126	130
	Index du commerce de gros		88	92
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)		38 (76)
	Gaz cts/m³		27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg		5,99 (122)	5,90 (120)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .		542	185
	(janvier-mai)		(2386)	(1259)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2,47	2,50
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1302	1302
	Autres engagements à vue	10^6 frs	244	373
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1199	1486
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %		77,57	88,73
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		92	94
	Actions		102	110
	Actions industrielles . . .		160	181
8.	Faillites		90	89
	(janvier-mai)		(373)	(474)
	Concordats		38	34
	(janvier-mai)		(151)	(184)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		23,3	22,4
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 1er trimestre 1935	1936
	Marchandises	en 1000 frs	39 082	25 003
	(janvier-décembre)		(176 518)	—
	Voyageurs		26 963	25 921
	(janvier-décembre)		(126 047)	—

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Juin	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	40/8/9	40/17/6	37/5/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	180/15/0	204/5/0	229/5/0
Zinc	Lst./1016 kg	13/8/9	14/17/6	14/10/0
Plomb	Lst./1016 kg	15/1/3	15/2/6	13/13/9
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	34.20	—	35.70
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	32.—	32.—	29.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	50.—	50.—	51.—
Briquettes (Union) .	fr. s./t	35.25	35.25	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	88.—	78.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	136.50
Caoutchouc brut . .	d/lb	7 3/8	5 5/16	6

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Deutschland steht mit einer Zunahme der Erzeugung von rund 16 % im Jahre 1935 mit an der Spitze aller Länder. Die im Vergleich zu andern hochelektrifizierten Ländern geringere Erzeugung pro Kopf der Bevölkerung zeigt, dass auch noch weiter der Verwendung elektrischer Energie in Deutschland grosse Entwicklungsmöglichkeiten offen stehen.

Als erster Maßstab für die Verwendung der *Elektrowärme* im Haushalt können die Elektroherde dienen. Tabelle II, die für das Jahr 1935 gilt, gibt hierüber für fünf Länder Aufschluss.

Ländervergleich der Stromerzeugung und der Sättigungsziffern der Haushaltungen mit Elektro-Herden.

Tabelle II.

Land	Zahl der Einwohner in Millionen	Bevölkerungsdichte Einw./km²	Erzeugung pro Einwohner kWh	Elektro-Herde auf 1000 Einwohner
Schweiz	4,1	100	1310	26,0
Ver. Staat. v. Amer.	126,4	16	830	11,6
Grossbritannien	46,7	193	490	9,0
Deutschland	66,6	142	470	6,1
Frankreich	41,9	76	370	2,8

Bemerkenswert ist noch die Feststellung, dass in 25 der wichtigsten Länder der Welt — mit einer Ausnahme — die Elektrizitätserzeugung des bisher besten Jahres 1929 wieder erreicht, ja zum Teil erheblich überschritten wurde. — (z. T. Elektrizitätswirtschaft, Zeitschr. des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung, Berlin, 1936, Heft 6.) *A. C. A.*

Die Zahl der Elektroherde.

31 : 621.364.5

In der Nummer vom Mai 1936 der «Nachrichten für das Gebiet der Amperwerke» wird ein interessanter allgemeiner Ueberblick über die Verbreitung der Elektroherde gegeben. In *Deutschland* ist die Zahl der Herde von 35 000 im Jahre 1926 auf über 400 000 im Jahre 1935 gestiegen. Besonders bemerkenswert ist die Entwicklung in *England.* Hier hat sich die Zahl der Herde im Laufe der letzten drei Monate des vergangenen Jahres um rund 29 000 auf 418 000 erhöht. Im Londoner Vorort West-Ham waren im Jahre 1929 511 elektrische Herde im Betrieb, im Frühjahr 1935 dagegen 5600. Im Vorort Wimbledon haben von 28 000 Energieverbrauchern mehr als 6000 einen elektrischen Herd, also etwa ein Viertel der angeschlossenen Haushaltungen. Die Industriestadt Liverpool zählt 84 000 Haushaltungen und über 10 000 Elektroherde. *Frankreich* zählte Ende 1935 118 000 elektrische Herde. In den *USA* erhöhte sich die Zahl der angeschlossenen Herde im Jahre 1935 um 215 000 auf 1 470 000. In der *Schweiz* werden Ende 1935 etwa 100 000 elektrische Herde vorhanden gewesen sein. Im Verhältnis zur Einwohnerzahl hat der elektrische Herd in der Schweiz die weitaus grösste Verbreitung gefunden, nämlich pro 1000 Einwohner etwa 26 Herde gegenüber 11,6 in den USA, 9,0 in Grossbritannien, 6,1 in Deutschland und 2,8 in Frankreich. *Härry.*

Die elektrische Küche in Berlin. Im Jahre 1935 hat sich die Zahl der Elektroherde in Berlin verdoppelt, und zwar von rund 10 000 Stück auf 20 000 Stück. Etwa 34 % aller Herde sind in Arbeiterhaushaltungen aufgestellt. Ein sehr grosser Teil der Herde befindet sich in Neubauten und Siedelungen, wo sich langsam der Gedanke der eingleisigen Energieversorgung durchsetzt. Die Einsparungen bei Leitungsverlegungen kommen den Siedlern und den Lieferanten zugute. *Hy.*

Reform der Elektrizitätstarife in Budapest.

621.317.8(439)

In Budapest wurde jetzt bei den Elektrizität verbrauchenden Haushaltungen das Grundtaxensystem eingeführt: bei Ein- und Zweizimmerwohnungen beträgt die Grundtaxe 50, bei grösseren Wohnungen 60 Heller pro Zimmer und Monat. Für die konsumierte Energie sind ausserdem bis zu einer bestimmten Verbrauchsgrenze 30, bei diese Grenze übersteigendem Konsum aber nur 20 Heller pro kWh zu bezahlen. Für Ein- und Zweizimmerwohnungen wurde eine «Schonzeit» von drei, bzw. zwei Jahren geschaffen; bis zum Ablauf der Schonzeit brauchen die betreffenden Haushaltungen nicht zu dem neuen System überzugehen, in welchem Falle sie, wie bisher, 35 Heller pro kWh bezahlen. Falls infolge der Reform der Elektrizitätsverbrauch nicht zunehmen sollte, würde der Betrieb einen Verlust von jährlich 500 000 Pengö erleiden.

Gleichzeitig mit dem Preis der Haushaltungsenergie wurde auch der Preis der Elektrizität für Schaufenster- und Reklamebeleuchtung geregelt: Für die während der vier Sommermonate verbrauchte Energie werden Kaufleute und Gewerbetreibende statt der bisherigen 40 bloss 20 Heller pro kWh bezahlen. Dieser Tarif wird auch auf die Energie ausgedehnt, die zur Beleuchtung der Geschäftslokale nach der Sperrstunde verwendet wird. Die den Kaufleuten gewährte Begünstigung bedeutet für den Betrieb einen weiteren Ausfall von 50 000 Pengö. *H. R.*

Miscellanea.

In memoriam.

Hans Hurter †. Auf Grund freundlicher Mitteilungen von seiten der Trauerfamilie und des Verbandes Schweizerischer Elektroinstallationsfirmen (VSEI) sowie aus der Erinnerung an den persönlichen Verkehr des Schreibers dieser Zeilen mit dem am 5. Mai d. J. Verstorbenen möchten wir diesem auch im Bulletin gerne einige Worte der Erinnerung widmen.

Hans Hurter wurde am 5. Juni 1871 in Schaffhausen als zweitjüngstes der 8 Kinder von Dr. med. E. Hurter-Votsch geboren. Nach dem Besuch der Schaffhauser Kantonsschule holte er sich die fachliche Ausbildung an der elektrotechnischen Abteilung des Technikums Winterthur mit Diplom. Die praktische Tätigkeit begann er bei der Firma Brown, Boveri & Cie., von der aus er zunächst bei den Elektrizitätswerken Olten-Aarburg, Schwyz und Wangen a. A. arbeitete. Im Herbst 1901 erfolgte sein Eintritt bei der Elekrizitätsgesellschaft Alioth (Installationsbureau) in Münchenstein-Basel, in deren Dienste er bis Ende 1908 blieb. Auf Grund eines freundschaftlichen Uebereinkommens zwischen der Firma Alioth und dem Elektrizitätswerk Kubel-St. Gallen wirkte Herr Hurter bei diesem Werk in den Jahren 1905 und 1906 als Akquisitions- und Installationsingenieur zur Bewältigung der Mehrarbeiten, die damals dem Kubelwerk wegen der Ausdehnung seines Absatzgebietes, im Zusammenhang mit Eröffnung des Betriebes der Sitter, erwuchsen. Vorwiegend auf dem Gebiete des Baues von Hochspannungsleitungen und des Installationswesens tätig, leistete er von 1909 bis zum Jahre 1913 den Kraftübertragungswerken Rheinfelden seine besten Dienste.

Im Jahre 1913 entschloss sich Herr Hurter, auf eigene Rechnung in Basel ein Installationsgeschäft zu übernehmen, wozu er sich durch seine bisherige Tätigkeit und seine Erfahrungen auf dem Gebiete des Installationswesens und des Werkbetriebes berufen fühlen durfte. Und in der Tat war es dem immer tätigen, gesellschaftlich gut veranlagten Manne vergönnt, das Unternehmen zu hoher Entwicklung zu bringen, in den letzten Jahren, da der Hinschied seiner Frau und eigene Krankheit ihm schwere Tage brachten, durch seinen Associé, Herrn Selmoni, unterstützt.

So konnte es denn nicht fehlen, dass auch der VSEI die Dienste des mit offenem, frohem Wesen ausgestatteten, stets arbeitsfreudigen Kollegen Hans Hurter in Anspruch nahm. Während mehr als 10 Jahren, bis im Frühjahr 1931, war er Vorstandsmitglied und Vizepräsident des VSEI. Herr Walser hat in der «Elektroindustrie» vom 19. Mai 1936 mit Worten warmer Anerkennung und herzlichem Dank die Verdienste des geschätzten Vorstandsmitgliedes festgehalten.



Hans Hurter
1871—1936

Herr Hurter sel. ist im allgemeinen beim SEV nie besonders hervorgetreten. Aber er hat ihm während 40 Jahren, bis zu seinem Lebensende, als Mitglied Treue gehalten. Dafür spricht ihm der SEV seinen herzlichen Dank aus mit der besondern Versicherung an die Trauerfamilie, dass er dem Dahingeschiedenen stets das beste Andenken bewahren wird. *F. L.*

M. Dumermuth †. Ein schwerer Automobilunfall riss am 26. Mai d. J. Herrn Dr. M. Dumermuth, Sektionschef bei den Schweiz. Bundesbahnen, in Bern, jäh aus dem Leben. Der Abteilung für Elektrifizierung, SBB Bern, verdanken wir folgende biographische Notizen.

Herr Dr. Dumermuth wurde am 9. Januar 1881 in Oberdiessbach (Bern) geboren und war Bürger von Bern. Er absolvierte seine Studien, die er mit dem Diplom eines Maschineningenieurs abschloss, in den Jahren 1898—1902 an der Eidg. Techn. Hochschule. Hierauf wurde er Assistent bei Professor H. F. Weber und Doktorand. Im Jahre 1906/07 promovierte er an der Universität Zürich mit einer Arbeit aus dem Gebiet des Elektromagnetismus zum Dr. phil. Die praktische Tätigkeit führte ihn zunächst nach Deutschland. Von 1906 bis 1910 war er Versuchsingenieur der Firma Lahmeyer in Frankfurt a. M., später bei den Kabelwerken Reydt. Im Jahre 1913 trat er in den Dienst der damaligen Obertelegrapheninspektion der SBB, die im Jahre 1927 der Abteilung für Elektrifizierung angegliedert wurde. In dieser Stellung befasste sich Herr Dr. Dumermuth hauptsächlich mit wissenschaftlichen Fragen auf dem Gebiete der Schwachstromtechnik und der Photometrie, führte Versuche im Laboratorium und in Kraft- und Unterwerken aus und leitete die Abnahme- und Betriebsversuche an Schwachstrom- und Hochspannungskabeln. Die ihm anvertrauten Aufgaben stellten bei der raschen Entwicklung seines Fachgebietes hohe Anforderungen an sein theoretisches Wissen. Herr Dr. Dumermuth entledigte sich aller Aufgaben mit der grössten Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt. Man konnte sich stets auf ihn verlassen. In Anerkennung seiner Dienste wurde er im Jahre 1928 zum Sektionschef ernannt.

Grosse Befriedigung boten ihm seine Instruktionskurse für das Personal auf dem Gebiete der Elektrizität im allgemeinen und im besonderen über die Massnahmen zur Verhütung und Behebung von Störungen sowie die langjährige Tätigkeit als Prüfungsexperte am Kantonalen Technikum Burgdorf.

Herr Dr. Dumermuth war erst seit kurzem Mitglied des SEV, brachte aber unseren Bestrebungen seit jeher grosses Interesse entgegen.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Cie Vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe. Le Conseil d'administration de cette importante Société a nommé directeur M. V. Abrezol, jusqu'alors vice-directeur, en remplacement de M. Nicole, démissionnaire. L'UCS entière félicite chaudement M. Abrezol de cette distinction et espère qu'il lui gardera le même appui, malgré les lourdes responsabilités nouvelles qu'il endosse. M. Abrezol est membre de la commission des tarifs de l'UCS et représente avec distinction notre pays au comité de direction de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique.

Elektrizitätswerk St. Gallen. Der Stadtrat St. Gallen wählte am 1. Juli d. J. als Nachfolger von Herrn Direktor A. Zaruski aus über 60 Bewerbern Herrn *H. Leuch*, dipl. Elektroingenieur, zur Zeit Adjunkt des E.W. Zürich, zum *Direktor des E.W. St. Gallen*, mit Amtsantritt am 1. September d. J. Herr Leuch ist Mitglied der Radiostörungskommission des SEV und VSE und hat erst kürzlich das verantwortungsvolle Amt des Vorsitzenden der Kommission des VSE für Kriegsschutzfragen übernommen.

Zum *Direktor der Trambahn* wurde Herr *Justus Tobler*, zur Zeit Bauingenieur beim Elektrizitätswerk St. Gallen, gewählt.

Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität. Nach Redaktionsschluss erfuhren wir, dass die Leitung dieser neuen Gesellschaft (siehe Seite 406) folgendermassen bestellt wurde: Verwaltungsratsdelegierter ist Herr Direktor *A. Moll*, bisher Direktor des E.W. Olten-Aarburg; die *Betriebsdirektion Olten* untersteht Herrn Direktor *M. Dutoit*, bisher Betriebsleiter des E.W. Olten-Aarburg, und die *Betriebsdirektion Bodio* führt Herr Direktor *C. A. Giudici*, bisher Direktor der Ofelti.

Eidg. Techn. Hochschule. Der Bundesrat genehmigte am 24. Juni d. J. das Rücktrittsgesuch von Herrn Dr. *Arthur Hirsch*, ordentlicher Professor für höhere Mathematik an der ETH, auf den 1. Oktober 1936, unter Verdankung der geleisteten Dienste. Viele Generationen von Elektroingenieuren erinnern sich mit grosser Dankbarkeit ihres ehemaligen, hochgeschätzten Mathematikprofessors an der ETH, der es in äusserst glücklicher Weise verstand, die schwierige Materie zu dozieren.

SUVA Luzern. Der Bundesrat wählte am 25. Mai d. J. Herrn Dr. *Arnold Bohren*, bisher Subdirektor, zum Direktor der SUVA, als Nachfolger des auf 1. Juli 1936 in den Ruhestand tretenden Herrn Dr. A. Tzaut. Zum Subdirektor wurde gewählt Herr Charles Viquerat, Ingenieur in Lausanne.

Schweiz. Rundspruchgesellschaft. Das Eidg. Eisenbahndepartement wählte als Nachfolger des in den Ruhestand tretenden Herrn Maurice Rambert zum Direktor der Schweiz. Rundspruchgesellschaft Herrn *A. W. Glogg*, zur Zeit Redaktor der «Neuen Zürcher Zeitung», mit Amtsantritt auf 1. September 1936.

Mutatoren A.-G., Emmenbrücke. Die bisherige Fabrikationsabteilung Gleichrichterbau der Firma *Ferrier, Güdel & Co.* in Luzern wurde im November 1935 in eine A.-G. umgewandelt, die unter der Firmabezeichnung *Mutatoren A.-G.* den bisherigen Fabrikationsbetrieb unverändert weiterführt.

Kleine Mitteilungen.

Neues deutsches Patentgesetz. Am 5. Mai d. J. traten ein neues deutsches Patentgesetz, ferner neue Gesetze für Gebrauchsmuster, für Warenzeichen und für patentamtliche Gebühren in Kraft (vgl. ETZ Bd. 57 (1936), Heft 25, S. 715; Reichsgesetzblatt Teil II, S. 117). Die wichtigste Aenderung im ganzen Patentgesetz bringt § 3, nach dem der *Erfinder*,

nicht mehr der *Anmelder* das Recht auf das Patent hat. Die Rechtsstellung des Erfinders ist also, besonders wenn er Angestellter einer Firma ist, wesenlich gesicherter als früher.

Ein **Internationaler Kongress für industrielle Chemie** wurde vom 22. bis 27. Juni d. J. in London als Teiltagung der Weltkraftkonferenz durchgeführt. Wir erhielten die 12 Generalberichte des Kongresses, die wir Interessenten gern zur Verfügung stellen. Ein vollständiges Verzeichnis aller Berichte mit Einzelpreisangabe («Schedule of Papers and Prices») steht ebenfalls zur Verfügung; es kann unter folgender Adresse bezogen werden: *The Inernational Secretary, Chemical Engineering Congress, 36, Kingsway, London WC 2.*

Literatur. — Bibliographie.

621.315.3 : 696.6 *Nr. 1113*

Guide pour monteurs d'installations électriques intérieures. II^e Edition. Par *Alfred Monney.* 96 p., A5, 18 fig. Editeurs: Fragnière Frères, Fribourg 1935.

Cette brochure de 96 pages s'adresse aux monteurs-électriciens chargés d'exécuter, chez les consommateurs d'énergie, les installations de force et de lumière à basse tension. Elle a pour but de les initier, d'une manière aussi claire et simplifiée que possible, à l'essentiel des règles établies par les «Prescriptions sur les installations intérieures» de l'ASE. Sur quelques points de détail M. Monney donne, d'ailleurs, de ces règles, une interprétation légèrement plus sévère que leur sens réel. Mais c'est là un excès qui ne peut pas nuire. Aussi pouvons-nous recommander cette brochure, qui n'a aucune prétention de remplacer les «Prescriptions» de l'ASE (auxquelles elle se réfère méthodiquement), mais qui les explique utilement.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1^er juin 1936.

Carl Maier & Cie., Fabrique d'appareils électriques, *Schaffhouse.*

Marque de fabrique:

Interrupteurs sous coffret, pour usages dans locaux secs, humides et mouillés.

Exécution: interrupteur monté dans boîtier en fonte, avec coupe-circuit; plaques de contact en matière céramique; levier; avec ou sans ampèremètre; arbre à contacts en haut ou en bas.

Typ No. CT 105/60: interrupteur ordinaire, tripolaire, 500 V, 60 A, schéma A, avec ou sans pôle de terre, avec 3 coupe-circuit.

Les interrupteurs sont exécutés avec boîte protectrice pour conducteurs (emploi dans locaux secs seulement), ou avec manchons pour tubes ou câbles; ils peuvent en outre être livrés avec ampèremètre monté, avec bornes de terre ou bornes du neutre déconnectables, isolées.

A partir du 15 juin 1936.

Camille Bauer A.-G., elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, *Bâle* (Repr. de Voigt & Haeffner A.-G., Francfort-sur-le-Mein).

Marque de fabrique: VH

Poussoirs pour 250 V, 1 A ~ (pour courant alternatif seulement).

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune.

No. Lb: poussoir unipolaire; ne reste enclenché que pendant la pression sur le bouton (exécution spéciale).

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre ou en résine synthétique moulée.

No. Lv: poussoir unipolaire; ne reste enclenché que pendant la pression sur le bouton (exécution spéciale).

Prises de courant.

A partir du 15 juin 1936.

AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich (Repr. de Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Fiches bipolaires 250 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs.

Exécution: pièce moulée en résine synthétique enrobée de caoutchouc souple, vulcanisé avec cordon rond, 2×0,75 mm² (renfermant le fil distinctif de l'ASE); tiges fendues en laiton nickelé.

No. 5900: exécution normale (feuille de normes SNV 24 300), avec tiges de 4 mm.

Electro-Mica A.-G., Isoliermaterial für die Elektrotechnik, *Zurich.*

Marque de fabrique: EM

Fiches bipolaires, 250 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs.

Exécution: corps rond, en résine synthétique moulée noire; introduction du câble en bas.

No. 602: exécution normale; avec deux tiges de 4 mm, fendues.

Prises de courant mobiles, bipolaires, 250 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs.

Exécution: corps rond, en résine synthétique moulée noire; introduction du câble en bas.

No. 602a: exécution normale; pour fiche avec deux tiges de 4 mm.

Boîtes de dérivation.

A partir du 15 juin 1936.

Beat Zeller & fils, Fabrication d'articles électr., *Appenzell.*

Marque de fabrique: ZS

Boîtes de dérivation ordinaires pour 380 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: forme U ou carrée; socle et couvercle en matière céramique. Quatre bornes au maximum fixées au mastic; vis sans tête.

No. 207/3, 207/4: forme U.
No. 208/3, 208/4: carrée.

J. Frey, Fabrication d'articles électrotechniques, *Schlieren*.

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation ordinaires pour 380 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: forme U; socle et couvercle en matière céramique; quatre bornes au maximum fixées au mastic; vis sans tête.

No. 101: avec trois bornes.
No. 102: avec quatre bornes.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Ordonnance fédérale du 7 juillet 1933 sur les installations à courant fort.

Erratum.

Il s'est avéré qu'il n'y a pas concordance absolue entre les sens des textes allemand et français de l'hypothèse c énoncée au paragraphe II de l'article 95 de cette ordonnance (paragraphe concernant le calcul des supports d'angle des lignes aériennes). Comme c'est le texte allemand qui est exact et qu'il a été imparfaitement traduit, l'Office fédéral des transports a rédigé un texte français corrigé, que voici:

«*Hypothèse c.* Le support est soumis à un effort unilatéral égal à 15 pour cent de la traction maximum exercée par l'ensemble des conducteurs composant la ligne. Cet effort est supposé agir à la hauteur de la résultante des efforts de traction des conducteurs, dans l'axe du support et normalement à la bissectrice de l'angle de la ligne.»

Quiconque possède l'édition française de l'Ordonnance fédérale du 7 juillet 1933 peut demander au *Bureau des imprimés de la Chancellerie fédérale, à Berne*, l'envoi gratuit d'un papillon à coller, contenant ce texte corrigé.

Commission d'administration des travaux à l'oscillographe cathodique (KOK). Comité d'action de la KOK.

Après discussion préliminaire au sein du comité d'action de la KOK (15e séance, du 5 juin 1936), la commission d'administration des travaux à l'oscillographe cathodique (KOK) traita dans sa 9e séance, du 5 juin 1936, les points suivants:

1° Nomination du président de la KOK. M. Habich, chef de section aux CFF, Berne, est désigné pour succéder à M. K. Sulzberger décédé.

2° Approbation du compte de l'année 1935 et de l'inventaire au 31 décembre 1935.

3° Approbation du budget pour 1936 et du programme d'activité pour 1936. Les mesures de perturbations atmosphériques se feront de nouveau à Lavorgo cette année.

4° Approbation des «Directives pour dispositifs de protection contre les surtensions» élaborées par le comité d'action. Décision de soumettre ces directives à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et de les publier à titre de directives officielles de l'ASE.

5° Echange de vues sur la continuation des travaux de la KOK au delà de la durée du contrat actuel, expirant au 31 décembre 1936. D'une manière générale, on tombe d'accord qu'il est nécessaire de continuer les travaux de recherche en cours dans le domaine de la haute tension. Cependant, il est indispensable de modifier un peu la structure de la KOK, afin qu'elle puisse élargir son cercle d'activité sous le nom de «Commission d'études de l'ASE et de l'UCS pour les installations à haute tension».

Comité Technique du CES pour le CISPR.

Le 16 juin 1936 s'est constitué à Zurich le Comité Technique (CT) du CES pour le Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR). Sa tâche consiste à défendre sur le terrain international les méthodes de protection contre les parasites de TSF adoptées en Suisse, et de collaborer avec les autres pays à la solution des problèmes en suspens. Le CT se compose de quelques membres de la commission de l'ASE et de l'UCS des perturbations radioélectriques; il a élu comme président le professeur F. Tank (EPF) et comme secrétaire M. M. Dick (station d'essai des matériaux de l'ASE).

Après s'être ainsi constitué, le CT a pris connaissance des derniers travaux du CISPR. Les résultats des séances du «Groupe d'Experts» tenues à Londres du 19 au 22 mai et auxquelles prirent part, en qualité de délégués du CES, MM. Gerber (PTT) et Dick (ASE), sont tels que les recommandations adoptées promettent de revêtir une certaine importance pratique. Il s'agit en première ligne des limites admissibles pour les tensions perturbatrices apparaissant aux bornes des petits appareils perturbateurs jusqu'à 500 W, qu'on a fixées à 1000 μV pour la bande de fréquences allant de 150 à 500 kHz, et à 500 μV pour la bande de fréquences comprise entre 500 et 1500 kHz. A la suite d'une discussion approfondie, le CT a acquis la conviction que ces limites sont parfaitement admissibles dans les conditions qu'on rencontre en Suisse et peuvent par conséquent être recommandées au CES en vue de la séance plénière du CISPR, qui aura lieu en automne.

Quant aux prochains travaux à exécuter, il s'agira tout d'abord de comparer exactement l'appareillage des PTT à celui de l'ASE pour la mesure des perturbations, puis de les adapter l'un et l'autre aux normes du CISPR, de telle sorte que les différences considérables constatées encore aujourd'hui entre leurs indications respectives soient réduites à 10 ou 20 % au plus. Le programme prévoit en outre la mesure complète des propriétés perturbatrices des petits appareils et machines mis à la terre de la catégorie 500 W à 10 kW. Ici, l'efficacité du déparasitage au moyen de simples condensateurs est limitée principalement par l'intensité admissible du courant à la terre. La limitation de ce courant est affaire de sécurité, primant le déparasitage lui-même, et doit être fixée en premier lieu. C'est pourquoi une séance très prochaine a été envisagée où seront conviées, à côté des intéressés à la radio, les instances responsables des mesures de sécurité, pour fixer si possible la ligne de conduite que nos délégués auront à défendre au nom de la Suisse à la prochaine réunion du CISPR.

Un autre travail à entreprendre prochainement par le CT, bien que son achèvement ne soit possible qu'après les décisions de la réunion plénière d'automne du CISPR, consistera à remanier le «règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite de l'ASE», afin de l'adapter aux recommandations du CISPR.

Le CT estime désirable de donner dorénavant une plus grande publicité, par le Bulletin ASE, aux résultats de recherches effectuées au sein de la commission des perturbations radioélectriques, de façon à permettre à notre industrie nationale d'en tirer tout le profit possible.

Enfin, le CT a décidé de faire les démarches nécessaires pour que la prochaine réunion du groupe d'experts du CISPR, au printemps 1937, puisse avoir lieu en Suisse.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année — N° 15 — Vendredi, 24 Juillet 1936

Sur la lumière par décharge en atmosphère gazeuse.

Rapport sur la 13e conférence-discussion universitaire à l'Ecole polytechnique fédérale, le 22 février 1936.

(Suite et fin de la page 395.)

Deuxième conférence

par M. *L. Schneider*, ingénieur en chef, chargé de cours à l'Ecole polytechnique de Berlin,

sur

Les avantages que présente l'éclairage par lampes à vapeur métallique pour la technique du travail et les nouvelles possibilités de développement des lampes à vapeur de mercure à haute pression.

L'auteur déclare tout d'abord qu'il croit que la nouvelle génération exigera un éclairage plusieurs fois supérieur à l'éclairage actuel. Pour réaliser des éclairements aussi intenses, on doit chercher à augmenter le coefficient d'efficacité des sources lumineuses, car le prix de l'énergie électrique ne diminuera probablement plus à un tel point que cela suffira pour arriver au but cherché.

Les sources lumineuses à haut rendement créées ces derniers temps, les ***lampes à vapeur de métal****, sont non seulement avantageuses au point de vue économique, mais elles se prêtent mieux à une série d'applications, en particulier dans l'industrie, dont l'auteur donne plusieurs exemples. En mélangeant de la lumière de lampes à incandescence à celle de la lampe à vapeur de mercure à haute pression, la lumière résultante en devient plus blanche et se rapproche de la lumière du jour, le coefficient d'efficacité restant bien supérieur à celui de lampes à incandescence, spécialement de celles dite «lumière du jour».*

Pour améliorer le rendement et la couleur de la lumière émise par les lampes à vapeur de métal une solution semble se dessiner, qui consiste à rendre visibles les abondantes radiations ultra-violettes invisibles à l'aide de luminophores (matières fluorescentes et phosphorescentes). L'auteur expose la nature et les propriétés de ces corps, ainsi que les problèmes qui se posent à leur utilisation pratique dans les lampes à vapeur de mercure. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont très encourageants pour l'avenir.

Der Vortragende begründet einleitend seine Ueberzeugung, dass die kommende Generation ein Vielfaches der heute noch verwendeten Beleuchtungsstärken zu ermöglichen, muss man nach höherer Lichtausbeute der Lichtquellen streben, denn die elektrische Energie wird wohl nicht mehr soviel billiger werden können, dass dies Ziel nur damit allein erreichbar ist.

Die in letzter Zeit geschaffenen Lichtquellen höherer Lichtausbeute, die ***Metalldampflampen****, bieten aber nicht nur Vorteile durch ihre höhere Wirtschaftlichkeit, sie sind auch in einer ganzen Anzahl von Anwendungsgebieten, besonders in der Industrie, gerade infolge ihres farbigen Lichtes der Glühlampe überlegen, wofür eine Reihe von Beispielen gegebenr wird. Durch Zumischen von Glühlampenlicht zum Licht der Quecksilber-Hochdruck-Lampe kann das Licht weisser gemacht und dem Tageslicht fast ganz angenähert werden bei höherer Lichtausbeute als von Glühlampen und insbesondere von Tageslichtlampen.*

Ein sehr aussichtsreicher Weg zur Verbesserung der Farbe und der Lichtausbeute der Metalldampflampen ist die Sichtbarmachung der von den Metalldampflampen noch in beträchtlichem Masse erzeugten unsichbaren ultravioletten Strahlung mit Hilfe von Luminophoren (Fluoreszenz- und Phosphoreszenzstoffen). Ihre Natur, ihre Eigenschaften werden gezeigt und die Probleme behandelt, die bei ihrer Verwendung mit Quecksilberdampflampen gelöst werden müssen. Die bisher erzielten Ergebnisse berechtigen zu guten Aussichten für die Zukunft.

Dans sa conférence, M. le professeur van de Werfhorst[1]) a montré que l'on travaille activement au développement des lampes à vapeurs métalliques. Il a montré en outre que les sources lumineuses à grand coefficient d'efficacité nous permettent d'une part de résoudre des problèmes d'éclairage qui n'avaient pas pu l'être jusqu'ici à cause des frais élevés exigés par les sources lumineuses à faible coefficient d'efficacité, et d'autre part d'augmenter sans frais supplémentaires notables les éclairements jusqu'ici insuffisants. Il est faux de prétendre, comme on le fait souvent, que l'éclairage actuel est en général amplement suffisant, voire même trop puissant. En effet, les éclairements que la nature nous fournit et auxquels nous sommes habitués sont

[1]) Bull. ASE 1936, n° 14, p. 387.

si élevés que nous sommes encore loin de pouvoir les atteindre avec les frais d'éclairage actuels. Notre génération a connu dans sa jeunesse un éclairage restreint et a été éduquée à économiser la lumière, car l'éclairage était autrefois assez cher. Elle ne peut pas s'adapter à la rapidité du développement qu'ont subi depuis lors l'économie de l'éclairage et les connaissances des exigences relatives à un bon éclairage. Ce progrès technique et économique ne portera tous ses fruits qu'avec la nouvelle génération, pour laquelle des éclairements de travail de plusieurs centaines ou milliers de lux seront aussi naturels que l'avion, la radio, la télévision, etc., progrès qui nous paraissaient autrefois des utopies On peut donc affirmer sans crainte que les éclairements actuels sont beaucoup trop faibles et qu'ils constituent la limite inférieure admissible. Il vaut donc la peine de s'occuper sérieusement de l'augmentation du coefficient d'efficacité des sources lumineuses, d'autant plus que la réduction éventuellement possible du prix de l'énergie utilisée pour l'éclairage ne suffira pas pour satisfaire à un prix abordable les futures exigences de l'éclairage.

—

En posant de plus grandes exigences à l'éclairement, on exige également une meilleure qualité de la lumière et par conséquent de la couleur de la lumière, aussi les laboratoires recherchent-ils activement à améliorer la couleur de la lumière émise par les nouvelles sources lumineuses, en particulier par les lampes à vapeur de mercure, car cette couleur n'est pas encore appropriée à tous les usages. Il existe d'ailleurs des domaines d'application pour lesquels les nouvelles sources lumineuses sont supérieures aux anciennes du fait de la couleur de leur lumière qui diffère de celle de la lumière habituelle. La lumière émise par la lampe à vapeur de sodium est monochromatique; son spectre ne consiste pratiquement qu'en une très étroite bande de jaune, les deux raies jaunes bien connues du sodium. Le spectre de la lampe à vapeur de mercure renferme principalement une lumière monochromatique jaune et une lumière monochromatique verte-jaune, ainsi qu'un peu de violet, très peu de bleu et un soupçon de rouge, de telle sorte que cette lumière peut être également considérée comme à peu près monochromatique. La couleur des objets éclairés par de telles lumières paraît très différente de celle à laquelle nous sommes habitués par l'éclairage de jour et par la lumière des lampes à incandescence. On peut par exemple appliquer ce phénomène au triage et à la vérification des surfaces d'objets traités, car cet éclairage coloré augmente les faibles différences de couleur et permet de les distinguer plus facilement; le contrôle est plus précis et plus rapide. Ainsi, il arrive que des objets émaillés en blanc n'ont pas tous un aspect uniformément blanc, mais présentent parfois un léger hâle jaunâtre. Cette faible différence de couleur ne s'observe que difficilement sous un éclairage ordinaire. Mais à l'aide de la lampe à vapeur de mercure à haute pression, la surface blanche paraît encore plus blanche par une légère touche de vert-bleu, ce qui fait ressortir la couleur jaune de la surface présentant un léger hâle. La vérification de l'épaisseur de la couche de chrome des pièces en laiton chromé est beaucoup plus facile et donc plus rapide à la lumière de vapeur de mercure qu'à la lumière du jour ou à celle des lampes à incandescence, car le contraste entre la surface correctement chromée et la couleur jaunâtre du laiton qui ressort aux endroits défectueux est renforcée artificiellement par la lumière à vapeur de mercure. On utilise également avec avantage la lumière à vapeur de sodium pour l'examen des coutils pour housses d'édredons, dont le tissu doit être très serré. Le coutil est posé sur un verre dépoli, éclairé à la vapeur de sodium. Les fils de ces étoffes rouges, vertes ou bleues restent sombres, tandis que les interstices sont clairs, ce qui permet de reconnaître immédiatement les endroits inétanches, les défauts du tissu, etc. Avec la lumière blanche, les fils rouges, verts ou bleus sont

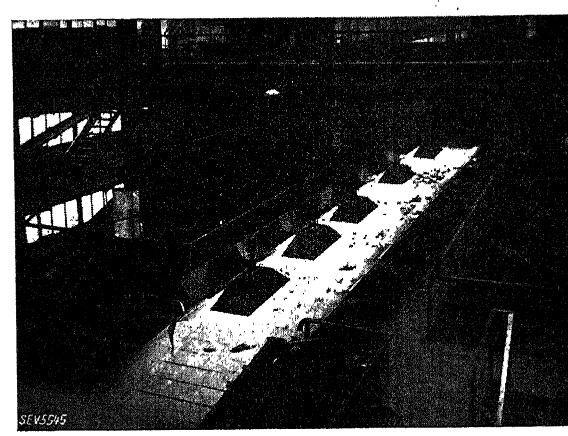


Fig. 1.
Ruban de triage d'une mine de charbon éclairé par 5 lampes à vapeur de mercure à 280 W.

aussi clairs que les interstices. Dans les mines de fer, on utilise avantageusement les lampes à vapeur de mercure pour trier le minerai et la roche, car la lumière à vapeur de mercure donne au minerai un éclat verdâtre qui le distingue nettement de la roche. La lumière de vapeur de mercure donne également de très bons résultats pour le triage du charbon et de la roche dans les mines de charbon (fig. 1). Dans les chaufferies et les bâtiments des chaudières, où l'on doit observer les flammes et les foyers incandescents, la lumière jaune du sodium est beaucoup plus agréable que la lumière blanche (fig. 2). Aussi préfère-t-on pour l'éclairage de ces locaux les lampes à vapeur de sodium aux lampes à incandescence.

Dans les locaux emplis de vapeurs ou poussiéreux, la lumière à ondes courtes est diffusée par les fines particules de poussière ou d'eau qui sont en suspension dans l'air et forment un brouillard, tandis que la lumière à ondes longues traverse sans être diffusée. Or, cette diffusion de la lumière donne

à l'air chargé de vapeurs ou de poussières un aspect trouble. Par contre, si l'on éclaire ces locaux avec de la lumière monochromatique jaune, qui ne renferme aucune radiation à ondes courtes pouvant être diffusée, l'aspect trouble de l'air disparaît et la vue est claire. Les lampes à vapeur de sodium sont tout particulièrement indiquées pour l'éclairage des fonderies et autres locaux fortement remplis de poussières et de vapeurs (fig. 3).

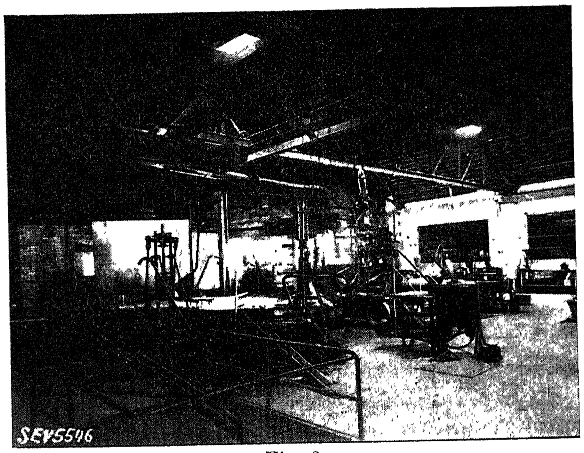


Fig. 2.
Halle des fours d'une verrerie éclairée par lampes à vapeur de sodium.

En microscopie par exemple, on utilise depuis longtemps de la lumière monochromatique qui augmente la netteté de l'impression rétinienne des objets observés. Cette netteté permet de voir par exemple des fissures superficielles qui ne seraient pas visibles à l'œil nu à la lumière blanche ou que l'on ne pourrait apercevoir qu'avec une loupe. Or, la loupe empêche en général un travail rapide, aussi préfère-t-on pour le contrôle des matériaux la lumière monochromatique du sodium, par exemple

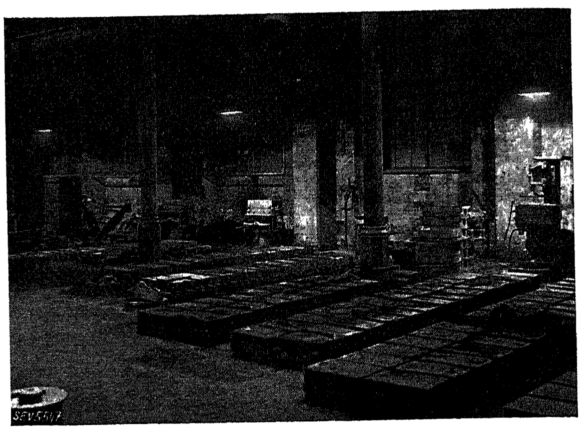


Fig. 3.
Fonderie éclairée par lampes à vapeur de sodium.

pour le contrôle final des objets polis (fig. 4). On peut ainsi déceler à temps sur la porcelaine brute des fissures qui ne s'observeraient en général nettement qu'après cuisson; les dents artificielles peuvent être examinées plus facilement au point de vue des fissures. — Dans une verrerie norvégienne qui fabrique de grandes plaques de verre, les plaques encore rouges sont éclairées presque horizontalement, avant de passer dans les fours, par une lumière à vapeur de mercure; dans le verre rougeâtre, cette lumière donne aux fissures un aspect blanc-bleuâtre. Les plaques impropres peuvent être éliminées avant de passer par les fours, d'où économie d'argent et de temps. Pour l'examen des plaques terminées, donc refroidies, cette verrerie utilise

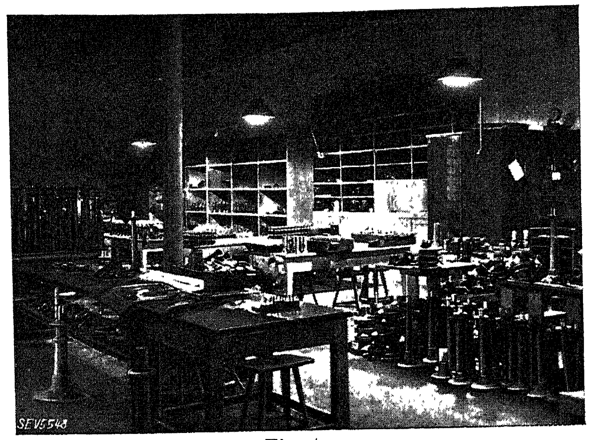


Fig. 4.
Local de contrôle pour pièces d'automobiles terminées éclairé par 3 lampes à vapeur de sodium Na 300.

des lampes à vapeur de sodium qui décèlent sous forme de lignes légèrement jaunes les fines rayures qui sont presque invisibles à la lumière ordinaire (fig. 5). Dans l'industrie automobile, surtout dans la construction des carrosseries, les lampes à vapeur de mercure rendent de grands services. Dans les ateliers de vernissage, ces lampes sont très bien appropriées pour vérifier la qualité de la couche de vernis (fig. 6); en effet, il n'est pas nécessaire dans

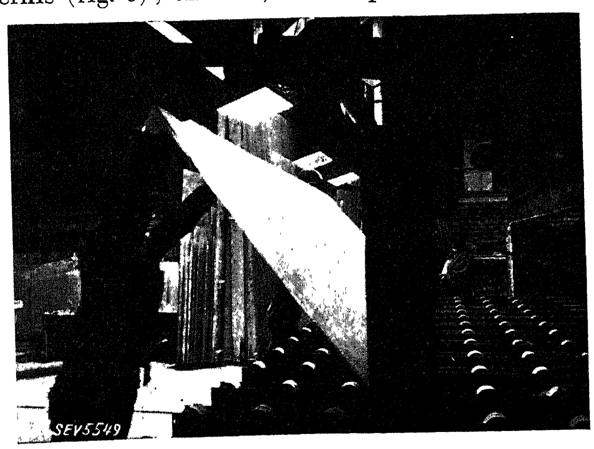


Fig. 5.
Contrôle de plaques de verre terminées à la lumière de 3 lampes à vapeur de sodium Na 300, à la sortie d'un four.

ce cas de contrôler la couleur du vernis, car le vernis en grande série reste toujours le même.

La lumière à vapeur de mercure et celle à vapeur de sodium font paraître la peau humaine d'une couleur spéciale. Lorsque cela est désagréable, on peut ajouter de la lumière à incandescence, qui

complète en partie ou même entièrement le manque de radiations rouges, qui est la cause principale de cette modification d'aspect. Le coefficient d'efficacité de la lumière mixte est naturellement moins élevé que celui de la lumière à vapeur de mercure



Fig. 6.
Eclairage à la vapeur de mercure dans un atelier de réparation d'automobiles.

pure, mais il dépasse toutefois sensiblement celui de la lumière à incandescence pure (tableau I).

Flux lumineux et coefficients d'efficacité de la lumière mixte de lampes à vapeur de mercure et à incandescence.

Tableau I.

Lampe à vapeur de merc.		Lampe à incandescence		Lumière mixte				
						Part du flux lumineux		Coefficient d'efficacité lm/W
W	lm	W	lm	W	lm env.	Lampe à mercure %	Lampe à incand. %	
150	5 000	—	—	—	—	100	0	33
150	5 000	79 D	1 000	230	6 000	83	17	26
150	5 000	111	1 500	260	6 500	77	23	25
150	5 000	150	1 950	300	7 000	72	28	23
150	5 000	200	2 750	350	7 800	64	36	22
150	5 000	300	4 500	450	9 500	53	47	21
280	10 000	—	—	—	—	100	0	36
280	10 000	111 D	1 500	390	11 500	87	13	29
280	10 000	150	1 950	430	12 000	84	16	28
280	10 000	200	2 750	480	12 800	78	22	27
280	10 000	300	4 500	580	14 500	69	31	25
280	10 000	500	8 100	780	18 100	55	45	23
475	20 000	—	—	—	—	100	0	42
475	20 000	150	1 950	625	22 000	91	9	35
475	20 000	200	2 750	675	22 800	88	12	34
475	20 000	300	4 500	775	24 500	82	18	32
475	20 000	500	8 100	975	28 100	71	29	29
475	20 000	750	13 000	1225	33 000	61	39	27
475	20 000	1000	18 000	1475	38 000	53	47	26

Le choix du mélange dépend entièrement des exigences. Quand l'éclairement est faible, la sensibilité de l'œil humain aux couleurs est réduite. Dans un tel cas, par exemple pour l'éclairage des voies publiques, on peut donc se borner à une faible adjonction de lumière à incandescence, ainsi pour une lampe à vapeur de mercure de 10 000 lm (280 W y compris bobine de self) une lampe à incandescence de 150 à 200 W. Quand il s'agit d'éclairements plus intenses et d'exigences plus élevées, on peut prévoir une plus forte adjonction de lumière à incandescence. Quand le rapport du mélange des flux lumineux de la lumière à incandescence et à vapeur de mercure est de 1 : 1, on obtient une couleur de lumière qui ressemble beaucoup à celle de l'éclairage de jour. Cette lumière s'utilise par exemple pour l'éclairage de locaux qui ne reçoivent pas assez de lumière pendant le jour. De même, la lumière mixte de différents mélanges est également utilisée avec succès pour l'éclairage des ateliers et des halles de fabriques. En principe, les lampes à incandescence et celles à vapeur de mercure doivent être logées ensemble dans un luminaire fermé, afin d'obtenir un bon mélange. En effet, quand les deux sources lumineuses sont disposées séparément, il se produit des ombres colorées qui détruisent l'impression d'une lumière diurne. Le coefficient d'efficacité de la lumière mixte atteint encore au moins $1^1/_2$ fois celui d'une lampe à incandescence ordinaire et 2 ou 3 fois celui d'une lampe à lumière du jour. Avec la lumière mixte, lors de l'observation de déplacements rapides, on ne perçoit pas les effets stroboscopiques qui peuvent être parfois gênants avec l'éclairage à la vapeur métallique pure.

—

L'emploi de matières fluorescentes permettra d'améliorer la couleur de la lumière des lampes à vapeur de mercure, sans diminution du coefficient d'efficacité. Grâce à ces matières, la partie peu visible ou invisible de la radiation émise par ces lampes peut être transformée en lumière visible. Nous ne sommes toutefois pas encore très bien renseignés sur la nature de ces matières fluorescentes. Selon les recherches approfondies de *Lenard*, la propriété des matières fluorescentes dépend d'une très faible adjonction d'une matière étrangère. L'énergie de rayonnement absorbée par la matière est transmise à l'atome étranger, qui est ainsi excité à briller [2]). Le mouvement thermique de l'atome étranger joue un rôle à ce point de vue. Quand le processus lumineux ne dure que tant que la matière est elle-même éclairée, il s'agit de *fluorescence*, tandis que, si la matière continue à émettre de la lumière lorsqu'elle n'est plus éclairée, il s'agit de *phosphorescence*. Ainsi, la rhodamine est une matière fluorescente. Il y a lieu de noter à ce sujet que l'énergie doit toujours avoir une longueur d'onde plus grande que l'énergie incidente. Selon la loi de Planck, $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, où h désigne la constante de Planck, ν la fréquence, c la vitesse de la lumière et λ la longueur d'onde de la lumière. Si l'énergie incidente est $\frac{hc}{\lambda}$, l'énergie rayonnée ne peut jamais être plus grande que l'énergie incidente, tout au plus aura-t-elle la même valeur, mais généralement elle sera plus faible. Du fait que λ se trouve au dénominateur, la longueur d'onde de l'énergie rayonnée peut être la

[2]) Pirani et Ruttenauer, Das Licht, vol. 5 (1935), p. 93. Riehl et Wolf, Das Licht, vol. 6 (1936), p. 41.

même dans le cas le plus favorable, mais en général elle sera plus grande que celle de l'énergie incidente. On peut donc transformer des radiations bleues, violettes et ultra-violettes en bleu, vert, jaune ou rouge, mais jamais du rouge en bleu. La lumière de la décharge de vapeur de mercure étant riche en radiations à ondes courtes visibles et invisibles, on peut transformer cette radiation (qui est presque ou absolument invisible à l'œil) en radiation visible par le choix de matières appropriées; pour cela, on doit autant que possible choisir la radiation de telle sorte que l'amélioration désirée de la couleur de la lumière se produise. Si l'on éclaire par exemple une surface enduite de matière fluorescente ou phosphorescente, cette surface d'aspect blanchâtre réfléchit d'une part la radiation émise par la lampe à vapeur de mercure à haute pression et transforme d'autre part la radiation invisible en radiation visible. La surface doit alors paraître plus claire qu'une surface blanche non-fluorescente. Dans le cas d'un disque enduit de matière fluorescente verte, on a obtenu de la sorte une augmentation de brillance de 70 % par rapport à une surface blanche. Cette augmentation de la brillance est tout spécialement favorable, parce que la matière présente une fluorescence verte, qui rentre dans le domaine de la sensibilité maximum de l'œil humain. Avec une matière fluorescente rouge ou bleue, il n'est pas possible d'atteindre une brillance aussi élevée.

Jusqu'à présent, on n'a pas encore de renseignements précis sur la durée de ces matières fluorescentes. Ces matières sont soumises à des conditions atmosphériques, mais on ne sait pas exactement lesquelles. Des durées de plusieurs milliers d'heures ont déjà été atteintes. Si l'on utilise des matières fluorescentes directement avec des lampes à vapeur de mercure, une durée de cet ordre sera généralement suffisante.

L'accumulation du rayonnement dans les matières phosphorescentes est limitée. La valeur la plus favorable que l'on ait atteint jusqu'ici est de 0,01 lumen-heure par m² de surface. L'abandon de cette quantité d'énergie peut s'étendre sur une durée plus ou moins longue. On voit toutefois qu'un tel luminophore ne suffit pas pour éclairer un local, même s'il a accumulé de l'énergie solaire par exemple. Au point de vue technique, l'utilisation d'un éclairage subséquent serait par exemple intéressant pour remplir des arrêts d'éclairage de sources lumineuses alimentées par courant alternatif, telles que les lampes à vapeur de mercure. Ce but ne peut toutefois pas encore être atteint avec les matières actuellement connues.

L'emploi des matières fluorescentes en vue d'améliorer la lumière émise par les lampes à vapeur de mercure varie selon qu'il s'agit de lampes à haute ou à basse pression. Ainsi que le montre le spectre de la lampe à vapeur de mercure à haute pression (fig. 7), il manque surtout le rouge et un peu de bleu. Une grande partie de l'énergie de la décharge à haute pression est rayonnée à la limite de la partie visible et vers le commencement de l'ultra-violet, donc entre 300 et 366 mμ [3]). On doit donc utiliser une matière fluorescente ou phosphorescente qui s'excite entre 300 et 366 mμ et dont la fluorescence est principalement rouge. Le choix d'une telle matière ne suffit toutefois pas pour résoudre le problème, car il s'agit également d'appliquer cette matière à la lampe. L'application ne peut pas avoir lieu dans le récipient de décharge proprement-dit, car les températures de la décharge de vapeur de mercure à haute pression sont trop élevées; on doit donc placer cette matière sur la face interne de l'ampoule extérieure. Même à cet endroit, elle est encore soumise à d'assez fortes contraintes thermiques. En outre, la transformation de la radiation est également influencée par le liant utilisé pour faire adhérer la matière fluorescente au verre, de sorte qu'une fixation durable présente certaines difficultés. Enfin, cette matière fluorescente ne doit pas seulement transformer la lumière à ondes courtes en lumière à ondes longues, mais elle doit en outre laisser passer aussi parfaitement et régulièrement que possible tout le rayonnement visible. Ainsi, si cette matière ne possède pas une grande perméabilité lumineuse, il peut arriver qu'elle absorbe le rayonnement visible émis par la lampe à vapeur de mercure à haute pression dans une plus forte proportion qu'elle ne transforme le rayonnement invisible en rayonnement visible. On comprend ainsi que ce problème n'est pas si facile à résoudre que cela pourrait paraître à première vue. Actuellement, on peut améliorer à l'aide de la fluorescence la couleur de la lumière des lampes à vapeur de mercure à haute pression à tel point que cette couleur correspond à peu près au mélange de la lumière d'une lampe à vapeur de mercure de 10 000 lm et de celle d'une lampe à incandescence d'environ 5000 lm, sans que le coefficient d'efficacité de la lampe à fluorescence soit inférieur à celui de la lampe normale à vapeur de mercure à haute pression.

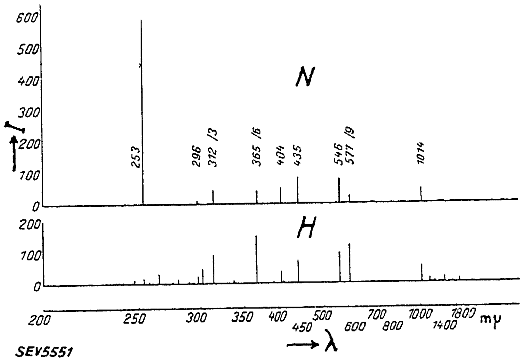


Fig. 7.
Répartition de l'énergie spectrale de la lampe à vapeur de mercure à basse pression (N) et de celle à haute pression (H) pour un même rayonnement total.
I Intensité spectrale relative.
λ Longueur d'onde en millimicrons.

[3]) 1 mμ = 10 Å = 10^{-7} cm.

La lampe à vapeur de mercure à basse pression possède un coefficient d'efficacité beaucoup plus faible que celui de la lampe à haute pression, c'est-à-dire qu'une grande partie du rayonnement est émise dans la partie invisible (fig. 7). La probabilité d'une augmentation du coefficient d'efficacité par la fluorescence est donc beaucoup plus grande. La température qui règne à la paroi du tube lors de la décharge est très basse, de sorte que l'on peut placer la matière fluorescente contre la paroi interne du tube à décharge. Dans ce cas, la radiation à ondes courtes peut être reçue directement par la matière fluorescente, sans absorption par une paroi de verre intermédiaire. Le spectre de la décharge à vapeur de mercure à basse pression montre que la partie visible renferme principalement du violet, du bleu et du vert-jaune; le rouge manque complètement. Par contre, la raie de résonance du mercure dans l'ultra-violet à onde courte est très marquée à 253 mμ. On doit donc utiliser une matière fluorescente dont l'excitation maximum se trouve à cette longueur d'onde et qui possède surtout une forte émission rouge, outre la fluorescence dans les autres parties visibles. Avec la décharge à vapeur de mercure à basse pression, on a réussi à augmenter de plusieurs fois le coefficient d'efficacité. Enfin, la fluorescence permet d'émettre avec les tubes luminescents à haute tension et à basse pression de vapeur de mercure utilisés fréquemment pour les réclames lumineuses, une lumière présentant des couleurs tout à fait nouvelles, tout en conservant un bon coefficient d'efficacité, ce qui permet de supprimer la monotonie des couleurs rouges, bleues et vertes qui étaient jusqu'ici les seules dont on disposait.

Un intéressant domaine d'application des matières fluorescentes est celui de l'éclairage des théâtres, des réclames lumineuses, etc., où l'on peut enduire les costumes, les décors ou les panneaux de matières fluorescentes et les éclairer alternativement à la lumière blanche et à la lumière à ondes courtes ou uniquement avec cette dernière. Pour l'éclairage des scènes, on peut utiliser ce procédé pour obtenir un brusque changement de décors. Dans les devantures, on peut par exemple éclairer alternativement une affiche (dont les couleurs renferment des matières fluorescentes) à la lumière normale de la devanture et à la lumière à ondes courtes d'une lampe à vapeur de mercure à haute pression à ampoule de verre bleu, ce qui permet de réaliser des effets nouveaux dans le domaine de la réclame.

Rapport

de M. *J. Guanter*, ingénieur de la S. A. Osram, Zurich,

sur

L'importance économique des lampes à vapeur métallique pour le consommateur.

L'auteur résume les divers points qui sont défavorables ou au contraire favorables à l'emploi des lampes à décharge en atmosphère gazeuse et détermine ainsi en principe le domaine d'application de ces lampes.

Il examine ensuite l'économie des nouvelles sources lumineuses par rapport à la lumière à incandescence, pour le nombre relativement grand des applications où la lumière à incandescence et celle à décharge en atmosphère gazeuse permettent toutes deux un bon éclairage, de sorte que seul l'économie décide en faveur de l'une ou l'autre de ces sources. L'auteur indique une formule permettant de calculer le prix-limite de l'énergie électrique pour lequel le service d'une installation d'éclairage à décharge revient au même prix que celui d'une installation à incandescence. Quand le prix de l'énergie est supérieur au prix-limite, la lumière par décharge en atmosphère gazeuse est plus économique. Ce prix-limite est indiqué dans deux exemples numériques.

Es werden die Gesichtspunkte zusammengestellt, die gegen oder für die Verwendung von Gasentladungslampen sprechen, um das Anwendungsgebiet dieser Lampen grundsätzlich abzugrenzen.

Dann wird die Wirtschaftlichkeit des neuen Lichtes im Vergleich zum Glühlampenlicht zahlenmässig untersucht, und zwar für die relativ grosse Zahl von Anwendungen, wo sowohl Glühlampenlicht als auch Gasentladungslicht eine brauchbare Beleuchtung gibt, so dass nur noch die Wirtschaftlichkeit massgebend ist. Es wird eine Formel angegeben, aus der derjenige Grenzpreis für die elektrische Energie berechnet werden kann, bei dem der Betrieb einer Beleuchtungsanlage mit Gasentladungslicht und mit Glühlampenlicht gleich teuer ist. Bei jedem höheren Energiepreis ist Gasentladungslicht wirtschaftlicher. Dieser Grenzpreis wird in zwei Beispielen zahlenmässig angegeben.

Parmi les lampes à décharge en atmosphère gazeuse, seules les lampes à vapeur de sodium et celles à vapeur de mercure ont acquis jusqu'ici une importance pratique pour l'éclairage. Ces deux types de lampes sont déjà lancés sur le marché en *plusieurs grandeurs.* La plus petite des lampes à vapeur de sodium émet un flux lumineux de 2500 lm [1]), la plus grande de 9000 lm; pour les lampes à vapeur de mercure, les limites sont de 3000 et 5000 lm. Le *coefficient d'efficacité* atteint jusqu'ici par les lampes à vapeur de sodium est de 3,4 à 4 [2]) fois supérieur à celui des lampes à incandescence de même flux lumineux; les lampes à vapeur de mercure ont un coefficient d'efficacité de 2,2 à 2,7 [2]) fois supérieur.

Pour le consommateur, ces deux faits sont si importants, qu'il vaut la peine de considérer plus en détail les cas où l'emploi de lampes à décharge semble être économique. L'avantage économique de l'emploi de la lumière par décharge en atmosphère gazeuse n'est naturellement réel que si les exigences posées par l'éclairage sont au moins aussi bien satisfaites que pour l'éclairage par incandescence.

On doit tenir compte en particulier des points suivants, qui sont défavorables ou au contraire favo-

[1]) Unités internationales.
[2]) Y compris toutes les pertes dans les accessoires.

rables à l'emploi des lampes à décharge, surtout lorsque les lampes à vapeur de sodium ou de mercure pourraient entrer en ligne de compte pour des raisons purement économiques.

Besoin d'une faible puissance lumineuse pour les diverses sources de lumière:

Actuellement, le plus petit type de lampe à décharge émet un flux lumineux de 2500 lm. Ces lampes à vapeur métallique ne peuvent donc pas remplacer des lampes à incandescence dont les flux lumineux sont plus faibles (15 à 150 Dlm et 15 à 150 W). Il s'agit surtout de l'éclairage des appartements.

On exige que la couleur des objets soit à peu près correcte ou absolument conforme:

La lumière monochrome jaune du sodium ne peut pas satisfaire à cette exigence; elle n'est donc pas utilisable pour de nombreux éclairages intérieurs.

La lumière de vapeur de mercure a une couleur blanche-bleuâtre et ne renferme pratiquement aucun rouge. Elle ne fournit donc pas un éclairage conservant les couleurs. Toutefois, en utilisant dans le même luminaire des lampes à vapeur de mercure et des lampes à incandescence, la couleur de la lumière peut être améliorée. Dans ce but, on mélange les flux lumineux des deux sources selon les exigences qui sont posées à la couleur de cette lumière mixte. Quand on exige que l'éclairage se rapproche beaucoup de la lumière du jour (intérieurs et devantures), le rapport du mélange doit être de 1 : 1. Le coefficient d'efficacité est d'environ 25 lm/W, c'est-à-dire 3 à 4 fois supérieur à celui des lampes à lumière du jour.

Pour les halls d'usines et les ateliers, l'adjonction de lumière à incandescence peut être plus faible. Du fait que le plus petit type de lampe à vapeur de mercure possède déjà une puissance lumineuse assez considérable, un éclairage de ce genre ne peut être prévu que pour des locaux d'assez grandes dimensions.

Pour l'éclairage routier, un mélange des flux lumineux au rapport d'environ 3 : 1 ou 4 : 1 est suffisant, lorsqu'une amélioration de la couleur de la lumière est nécessaire.

La distinction des couleurs des objets n'est pas exigée:

Dans ce cas, on utilise avec avantage la lumière au sodium. Les applications principales sont les suivantes: Routes à la sortie des agglomérations et routes à fort trafic, installations ferroviaires, surtout les voies (n'entre toutefois pas souvent en ligne de compte, à cause de la fréquence de 16⅔ pér./s du courant disponible), places de dépôts et cours, entrepôts, remises, rampes de déchargement, tuileries, cimenteries, scieries, chaufferies et entreprises chimiques.

La lumière monochrome ou celle à spectre discontinu augmente la netteté de la vision:

Des recherches [3]) ont prouvé que la lumière de sodium est nettement préférable à celle à incandescence pour l'éclairage des voies publiques. La vision plus nette est en outre avantageuse pour le contrôle des surfaces polies ou usinées, des rayures des matériaux, ainsi que pour les travaux sur grilles dans la fabrication des clichés et l'impression en offset. Enfin, la lumière de sodium est avantageuse pour le contrôle des objets par transparence, par exemple pour déceler les défauts des tissus et pour examiner les épreuves radiographiques.

La couleur de la lumière des lampes à vapeur métallique augmente le contraste des couleurs et facilite ainsi le contrôle des matériaux, par exemple le contrôle de l'identité de couleur des surfaces émaillées, la distinction entre métaux et le triage de mélanges de charbon et de roche.

La lumière monochrome traverse plus facilement les vapeurs et le brouillard:

Cette propriété est particulièrement favorable pour l'éclairage routier, ainsi que pour l'éclairage de toute les entreprises de fabrication où il est impossible d'éviter la formation de brouillard, de poussières et de vapeurs. Cette propriété de la lumière de sodium de traverser facilement le brouillard est également très utile pour l'éclairage des installations hydrauliques (ports, écluses, canaux) et pour la signalisation des points d'attérissage des aérodromes.

La couleur spéciale de la lumière des lampes à vapeur métallique permet de nouveaux effets lumineux:

La couleur spéciale de leur lumière ouvre aux lampes à décharge de nouveaux débouchés dans le domaine de la réclame lumineuse.

Les propriétés spéciales des sources lumineuses permettent de nouveaux emplois:

La forte teneur en radiations bleues, vertes et jaunes des lampes à vapeur de mercure permet d'utiliser ces sources lumineuses pour l'éclairage des scènes de théâtres et d'obtenir de nouveaux effets de couleurs, ainsi qu'un bon éclairage des cycloramas.

Pour la production d'effets de fluorescence et phosphorescence sur les scènes de théâtres ou dans des buts de réclame, on prévoit des lampes à vapeur de mercure d'exécution spéciale, de même pour l'éclairage des appareils à tirer les bleus et autres appareils de reproduction.

A part les emplois pour lesquels on ne peut prévoir que des lampes à décharge ou que des lampes à incandescence parce que l'effet obtenu est sensiblement meilleur avec l'un ou l'autre type de lampe, il existe un certain nombre d'applications pour lesquelles on peut obtenir à peu près le même effet lumineux avec les deux types de sources lumineuses, et pour lesquelles seul le point de vue de l'économie décide en faveur des lampes à incandescence ou des lampes à vapeur métallique.

Ce cas n'est pas rare, aussi doit-on le considérer plus en détail, quand il s'agit de nouvelles installations. Pour obtenir une comparaison correcte, on doit faire en sorte que la qualité de l'éclairage soit la même pour les deux genres de sources lumineuses (même éclairement et même disposition des sources). Du fait que le courant alimentant les lampes à décharge est du même ordre de grandeur que celui des lampes à incandescence de même flux lumineux, la section des conducteurs est la même dans les deux cas, de sorte que les installations sont identiques. Les frais d'installation proprement-dits sont donc les mêmes (sauf dans le cas des grandes installations prévues avec compensation du facteur de puissance). Il n'est donc pas nécessaire d'en tenir compte dans le calcul des frais d'exploitation.

En revanche, les sources lumineuses influent sensiblement sur les frais d'exploitation. Les lampes à vapeur métallique émettent le même flux lumineux avec le quart ou la moitié de la puissance électrique absorbée par des lampes à incandescence correspondantes. La durée des lampes à incandescence est en moyenne de 1000 heures; celle des lampes à vapeur métallique est sensiblement plus grande; les fabricants garantissent en moyenne une durée de 3000 heures pour les lampes au sodium et de 2000 heures pour les lampes à vapeur de mercure. Le rapport entre les prix des lampes à incandescence et ceux des lampes à vapeur métallique diffère selon chaque type. Il atteint actuellement 1 : 3,6 à 1 : 6.

[3]) Arndt: Licht 1933, n° 11, p. 213.
Weigel: Licht 1935, n° 9, p. 211.

Toute modification de prix a naturellement une répercussion immédiate sur les frais d'exploitation.

Les armatures des lampes à vapeur de sodium sont plus chères que celles des lampes à incandescence et les réflecteurs des lampes à vapeur de mercure sont d'un prix plus élevé lorsque les accessoires doivent y être montés.

Parmi les accessoires qui ne sont pas nécessaires dans les installations de lampes à incandescence, on peut citer:

Pour les lampes à vapeur de sodium: Bobine de self ou transformateur de dispersion, en outre condensateur pour la compensation du facteur de puissance et petit condensateur antiparasite.

Pour les lampes à vapeur de mercure: Bobine de self ou transformateur de dispersion, en outre condensateur pour l'amélioration du facteur de puissance.

Le fonctionnement des lampes à vapeur métallique provoque un déphasage, ce qui n'est pas le cas pour les lampes à incandescence. Bien qu'un faible facteur de puissance soit désagréable, cela a moins d'importance dans le cas des lampes à décharge, car leurs applications sont peu nombreuses et la consommation d'énergie réactive de ces installations d'éclairage n'est pas très importante par rapport à la consommation totale d'un réseau. En outre, il ne faut pas oublier que les réseaux alimentent une quantité d'appareils et de moteurs à faible facteur de puissance, dont personne n'exige de compensation, ni d'indemnité. Les services de l'électricité n'ont donc aucune raison d'exiger pour le service des lampes à vapeur métallique une indemnité plus forte que celle exigée des gros consommateurs.

On peut compenser chaque source lumineuse en logeant le condensateur nécessaire dans l'armature; mais il est plus avantageux de ne compenser que des groupes de lampes.

Le délai d'amortissement prévu a une très grande influence sur les frais d'exploitation. En tablant sur un amortissement de dix ans pour les frais d'installation, les frais supplémentaires occasionnés par l'armature plus chère et les accessoires des lampes à vapeur métallique ne jouent pas un grand rôle. Il en va tout autrement quand la durée d'amortissement est plus brève, comme c'est le cas de nos jours dans l'industrie privée par exemple, surtout lorsqu'on exige en outre une forte amélioration du facteur de puissance.

Les frais de remplacement des sources lumineuses peuvent avoir une influence plus ou moins grande sur les frais d'exploitation périodiques. Pour l'éclairage routier, on compte en moyenne fr. 5.— pour le remplacement d'une lampe; pour l'éclairage intérieur, ces faux-frais peuvent être négligés complètement dans certains cas.

Quand on connaît tous les facteurs qui influent sur les frais d'exploitation, on peut déterminer pour l'énergie électrique un prix-limite équivalent, pour lequel le service d'une installation d'éclairage revient au même prix dans le cas des lampes à incandescence que dans le cas des lampes à vapeur métallique. Quand le prix du kWh à payer effectivement au fournisseur de l'énergie dépasse ce prix-limite, les lampes à vapeur métallique sont plus économiques que les lampes à incandescence. La formule suivante du prix-limite est générale et tient compte de tous les facteurs qui influent sur les frais d'exploitation (en admettant des frais d'installation identiques):

$$p = \frac{h\left(\frac{P_D}{L_D} - \frac{P_G}{L_G}\right)}{A_G - A_D} + \frac{T_{aD} - T_{aG}}{A_G - A_D} + \frac{T_t}{A_G - A_D} + \frac{T_k}{A_G - A_D} - \frac{h\left(\frac{A'}{L_G} - \frac{A'}{L_D}\right)}{A_G - A_D}$$

p Prix-limite pour 1 kWh,
h Durée d'utilisation annuelle, en heures,
P_D Prix de la lampe à vapeur métallique,
P_G Prix de la lampe à incandescence de même flux lumineux,
L_D Durée moyenne des lampes à vapeur métallique:
Lampe à vapeur de sodium $L_D = 3000$ heures,
Lampe à vapeur de mercure $L_D = 2000$ heures,
L_G Durée moyenne des lampes à incandescence: 1000 heures,
A_D Travail électrique de la lampe à vapeur métallique en kWh en h heures,
A_G Travail électrique de la lampe à incandescence en kWh en h heures,
T_{aD} Part annuelle de l'amortissement de l'armature de la lampe à vapeur métallique,
T_{aG} Part annuelle de l'amortissement de l'armature de la lampe à incandescence,
T_t Part annuelle de l'amortissement de la bobine de self, resp. du transformateur de dispersion,
T_K Part annuelle de l'amortissement du condensateur,
A' Frais de remplacement des lampes (non compris le prix des lampes).

Exemples.

Prix-limite équivalent d'un kWh pour la production de 5000 lm avec lampes à *vapeur de sodium* ou lampes à incandescence. Les lampes à vapeur de sodium exigent dans ce cas une puissance de 95 W (y compris toutes les pertes), les lampes à incandescence une puissance de 330 W. Armatures et accessoires de bonne qualité. Les frais d'installation sont supposés être les mêmes pour les deux genres d'éclairage.

Dispositif d'éclairage	Prix-limite par kWh Frais de remplacement compris	Prix-limite par kWh Frais de remplacement non compris
(Petite installation)		
Eclairage intérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix bruts		
Utilisation annuelle 1000 h		
Amortissement en 5 ans . .	9,9 cts	11,3 cts
Amortissement en 10 ans .	4,9 cts	6,3 cts
(Grande installation)		
Eclairage extérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix nets		
Amortissement en 10 ans		
Utilisation annuelle 1000 h	3,1 cts	
2000 h	1,9 cts	
4000 h	1,3 cts	

Prix-limite équivalent d'un kWh pour la production de 10 000 lm avec lampes à *vapeur de mercure* ou lampes à incandescence. Les lampes à vapeur de mercure exigent dans ce cas une puissance d'environ 280 W (y compris toutes les pertes), les lampes à incandescence une puissance de 600 W.

Dispositif d'éclairage	Prix-limite par kWh Frais de remplacement compris	Prix-limite par kWh Frais de remplacement non compris
(Petite installation)		
Eclairage intérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix bruts		
Utilisation annuelle 1000 h		
Amortissement en 5 ans . .	10,4 cts	11,2 cts
Amortissement en 10 ans .	6,8 cts	7,6 cts
(Grande installation)		
Eclairage extérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix nets		
Amortissement en 10 ans		
Utilisation annuelle 1000 h	4,6 cts	
2000 h	3,6 cts	
4000 h	3,1 cts	

Ces deux exemples montrent clairement l'influence importante qu'exercent la durée d'amortissement des frais d'installation et la durée d'utilisation annuelle sur les prix-limite. On peut en conclure également pour quels genres d'éclairage et groupes de consommateurs la lumière à décharge est économiquement intéressante aux prix actuels des lampes, des armatures et des accessoires. En comparant les divers facteurs qui influent sur le prix-limite, on constate que les parts afférant à l'armature et aux accessoires représentent un pourcentage assez élevé, surtout lorsque la durée d'utilisation prévue est brève. Il est toutefois fort probable que ces prix diminueront par la suite, au fur et à mesure du développement et de l'emploi plus répandu de ce nouveau genre d'éclairage.

En résumé, on peut dire que l'emploi de lampes à vapeur métallique est avantageux pour le consommateur lorsqu'il s'agit d'éclairer de grandes surfaces, d'utiliser une intensité lumineuse considérable de prévoir une longue durée d'utilisation et des frais de remplacement des lampes élevés, et lorsque les prix de l'énergie sont élevés. Ces lampes sont également économiques, lorsque l'effet de contraste plus marqué permet d'améliorer la qualité du travail ou lorsqu'il est nécessaire que la lumière soit très visible, même quand l'atmosphère est trouble.

Diskussion.

Der **Vorsitzende,** Herr Prof. Dr. B. Bauer, dankt den Herren Vortragenden für ihre hochinteressanten, aufschlussreichen Referate und eröffnet die Diskussion.

Herr Direktor **E. Baumann,** Elektrizitätswerk der Stadt Bern:

Erwarten Sie von mir angesichts der vorgerückten Zeit keinen Vortrag; ich will als Präsident der Tarifkommission des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke nur einen kurzen Beitrag zur Diskussion anbringen.

In erster Linie möchte ich den Herren Professoren Bauer und Dünner danken, dass sie dieses Thema zum Gegenstand eines akademischen Diskussionsvortrages gewählt haben. Ferner möchte ich den Herren Hauptberichterstattern und Herrn Ingenieur Guanter für ihre äusserst interessanten Vorträge meinen besten Dank aussprechen.

Die Tarifkommission hat über das zur Diskussion stehende Problem bereits Untersuchungen eingeleitet. Diese Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen; die Kommission konnte daher noch nicht endgültig zu der Frage Stellung nehmen und ich muss mir in meinen Aeusserungen eine gewisse Zurückhaltung auferlegen. Ich glaube aber, dass es mir trotz dieser Einschränkung möglich sein wird, Sie über die Auffassungen bei den Elektrizitätswerken etwas zu orientieren.

In erster Linie darf wohl gesagt werden, dass die Werke den Standpunkt einnehmen, es dürfe auch auf diesem Gebiete der technische Fortschritt nicht bekämpft werden. Es wäre sicher verfehlt, die Entwicklung unterbinden zu wollen. Auch hier muss aber der Grundsatz des «fair-play» gelten, mit andern Worten, die Vorteile, welche die Metalldampflampen dem Fabrikanten und Verbraucher bringen, dürfen nicht einseitig auf Kosten des Energie liefernden Werkes ausgenützt werden.

Herr Professor Bauer hat in seinen einleitenden Ausführungen mit Recht darauf hingewiesen, dass eine vollständige Verdrängung der Glühlampen durch die Metalldampflampen zu einer finanziellen Katastrophe der Elektrizitätswerke führen müsste. Eine solche Katastrophe ist meines Erachtens nun nicht zu befürchten, weil eine vollständige Verdrängung ausgeschlossen ist. Aber es könnte doch auch ein nur teilweiser Uebergang zu einer gewissen Erschütterung der Finanzlage der Werke führen, wenn dieser Uebergang einen zu grossen Umfang annehmen sollte. Die Werke müssen sich darum zur rechten Zeit überlegen, wie ein angemessener Ausgleich gefunden werden kann.

Sowohl die Herren Hauptberichterstatter wie Herr Ingenieur Guanter haben in ihren Referaten erklärt, dass bei den Fabrikanten das Bestreben vorhanden ist, bei Einführung der Metalldampflampen eine Energieverbrauchssenkung möglichst zu vermeiden.

Der Sprechende geht mit der Auffassung einig, dass es noch viele Gebiete gibt, die für den elektrischen Energieverbrauch durch die Metalldampflampe erschlossen werden können. Er ist auch mit der Auffassung einverstanden, dass die Metalldampflampe dazu beitragen wird, das Lichtbedürfnis zu steigern. Aus diesen Ueberlegungen heraus darf man daher sicher eine gewisse Kompensation für den sonst entstehenden Ausfall im Energieverbrauch erwarten und die dahin zielenden Bestrebungen der Fabrikanten werden bei den Elektrizitätswerken volles Verständnis finden.

Bei Diskussionen über dieses Problem hört man häufig die Aeusserung, die Einführung der Metalldampflampen werde nicht nur keine Konsumverminderung, sondern eine Vermehrung zur Folge haben. Als Beweis wird auf den vor 30 Jahren in Erscheinung getretenen Uebergang von den Kohlenfadenlampen zu den Metallfadenlampen hingewiesen. Tatsächlich hat dieser Uebergang zu einer ungeahnten Entwicklung der elektrischen Beleuchtung geführt. Es wäre aber zu optimistisch, wenn man heute solche Schlüsse ziehen würde. Vor 30 Jahren war die elektrische Beleuchtung verhältnismässig noch sehr wenig verbreitet, heutet findet sich

in unserm Land kaum mehr ein Haus, in welchem sie nicht Eingang gefunden hat.

Zur Orientierung ein Beispiel:

Im Jahre 1906 waren an das Elektrizitätswerk der Stadt Bern rund 1500 Lichtstromzähler und etwa 40 000 Lampen angeschlossen. Heute beträgt die Zahl der Lichtstromzähler etwa 44 000 und die Zahl der Lampen über 600 000.

Herr Professor Bauer hat in seiner Einleitung von der bedeutenden finanziellen Belastung der einzelnen Haushaltung durch die Ausgaben für die elektrische Beleuchtung gesprochen. Es ist richtig, dass viele Haushaltungen verhältnismässig grosse Lichtstromrechnungen aufweisen. Beim grössten Teil der Haushaltungen machen die Ausgaben für das elektrische Licht aber einen kleinen Betrag aus. Gestützt auf Untersuchungen, die in der Stadt Bern vor einigen Jahren durchgeführt worden sind, kann gesagt werden, dass von rund 30 000 Haushaltungen etwa 22 000, d. h. fast 75 % jährlich durchschnittlich nur 40 Fr. für elektrisches Licht ausgeben; wobei die obere Grenze bei diesen 22 000 Bezügern rund 70 Fr., die untere Grenze wegen der Minimalgarantie nur 15 Fr. beträgt. Es darf angenommen werden, dass bei diesen Haushaltungen die Einführung der Metalldampflampe sich praktisch kaum auswirken wird.

Herr Professor van de Werfhorst hat in seinem Vortrag erwähnt, dass der jährliche Lichtstrombedarf für Amsterdam — es wurde dabei angenommen, dass die Amsterdamer Verhältnisse ungefähr dem europäischen Mittel entsprechen — 60 bis 70 kWh pro Einwohner betrage; es dürfte in diesem Zusammenhang interessieren, dass der entsprechende Verbrauch in Bern 120 kWh beträgt, wobei auf die öffentliche Beleuchtung ca. 20 bis 25 kWh entfallen.

Wie der erwähnte Ausgleich durch Tarifmassnahmen der Elektrizitätswerke erreicht werden kann, darüber bestehen zur Zeit verschiedene Auffassungen.

Die einen wollen unter allen Umständen eine Kompensation des Leistungsfaktors verlangen, andere legen dieser Kompensation weniger Wert bei. Es betrifft dies speziell Werke, welche durch frühzeitige Massnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors nun zufolge der Entwicklung der Wärmeenergieabgabe und Ausdehnung der Kabelnetze einen beispielsweise wegen der Rückwirkung auf Fernleitungen zu guten Leistungsfaktor aufweisen. Es wird gegen die Kompensation auch geltend gemacht, sie verursache eine umfangreiche Kontrolle, man habe überdies mit kleinen Kondensatoren schlechte Erfahrungen in bezug auf den Radiostörschutz gemacht. In dieser Beziehung dürften allerdings Verbesserungen zu erwarten sein.

Von einer allgemeinen Erhöhung der Tarifpreise wird nicht gesprochen, dagegen der Uebergang vom Zählertarif zum Grundgebührentarif in Erwägung gezogen. Man spricht auch von der Erhebung einer Grundgebühr für die einzelne Metalldampflampe oder von der Unterteilung der Zählerstromkreise in solche für gewöhnliche Glühlampen und solche für Metalldampflampen.

Alle diese Ueberlegungen beziehen sich auf Inneninstallationen. Bei Ausseninstallationen, also beispielsweise Installationen im Gebiet der Reklamebeleuchtung, wo die Metalldampflampe schon in bedeutendem Umfange eingedrungen ist und wo sie der elektrischen Beleuchtung tatsächlich neue Gebiete erschlossen hat, denkt man überhaupt nicht an eine Erhöhung der Tarifpreise.

Das sind in kurzen Zügen die bei den Werken zur Zeit etwa bestehenden Auffassungen. Was für Richtlinien die Tarifkommission herausgeben wird, kann heute nicht gesagt werden. Der Sprechende glaubt aber erklären zu dürfen, dass dabei die Grundsätze einer loyalen Zusammenarbeit zwischen den Bezügern, den Fabrikanten und den Elektrizitätswerken volle Berücksichtigung finden werden.

Herr Direktor **W. Trüb**, Elektrizitätwerk der Stadt Zürich: Angesichts der grossen Fortschritte der Lichterzeugung könnte uns Werkdirektoren um die Zukunft unserer Unternehmungen bange werden. Die Herren Referenten haben uns aber beruhigt, indem sie betonten, dass die neuen Lampen neue Anwendungsgebiete erschliessen würden. Es ist klar, dass sich die grosse Auseinandersetzung zwischen dem «alten Licht», wenn ich so sagen darf, und dem neuen Licht speziell in den Städten abspielen wird, gerade wie auch die letzten Kämpfe zwischen Gas und Elektrizität in den Städten erfolgen werden. Wir haben kürzlich für Zürich überprüft, was als schlimmste Folge der Einführung des neuen Lichtes zu gewärtigen wäre und sind auf eine Summe von zwei Millionen Franken gekommen, die von unseren heutigen Einnahmen von rund sechs Millionen Franken gefährdet sind. Das ist eine respektable Summe, nicht für das städtische Werk an sich, denn wir könnten immer noch positiv arbeiten; für die Stadtverwaltung aber, die auf unsere Einnahmen angewiesen ist, sieht ein so beträchtlicher Ausfall ganz anders aus.

In der Schweiz haben die drei Hauptbeteiligten einen Vertrag miteinander abgeschlossen: die Glühlampenfabriken, die Installateure, die ja die Beleuchtungsanlagen einrichten, und die Elektrizitätswerke. Es ist vereinbart, dass alle neuen Lampen, die auf den Markt kommen, erst auf gemeinsame Verständigung hin eingeführt werden sollen. Das heisst also, dass man auf die Hauptinteressenten alle Rücksicht nehmen will. Ich glaube, auf diesem Wege werden wir ohne grosse Kämpfe und Gefährdungen allmählich die technische Entwicklung berücksichtigen können.

Wir wollen auch das noch feststellen: Es ist für uns Schweizer ausserordentlich wertvoll, Gelegenheit gehabt zu haben, aus den Forschungsinstituten und Hochschulen in Holland und in Berlin die neuesten Ergebnisse zu hören. Wir werden uns in der Schweiz alles gut überlegen, und bald werden wir mit gutem Gewissen sagen dürfen, dass wir auch in der Anwendung des neuen Lichtes mit vorangehen. Dann werden sich von hier aus auch wieder Rückwirkungen ergeben.

Ein Wort an die jungen Techniker: Wir alten Fachleute haben die grosse Entwicklung der Maschinen erlebt; die nächsten Jahrzehnte werden ganz andere Gebiete erschliessen, die Gebiete der Apparatur, der Röhren, der Lampen usw. Das ist das Gebiet unseres technischen Nachwuchses; möge er sich auf diesen Gebieten mit aller Kraft einsetzen.

Herr Direktor **J. Bertschinger**, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ): Zur weiteren Beurteilung der Schlussfolgerungen für unsere Elektrizitätswerke erlaube ich mir noch folgende kleine Bemerkungen zu machen: Ich stelle dabei fest, dass ich mich auf das Versorgungsgebiet der EKZ beziehe. Die weitaus grösste Zahl der Lampen im Anschlussbereich der EKZ und wohl der meisten Werke haben eine Leistung von 15, 20 bis und mit 60 W. Infolge der Wirtschafts- und Finanzkrise sind ausserordentlich viele Bezüger auf Ersparnisse bedacht. Wenn nun die Lichtausbeute der Lampen verbessert wird, werden diese Abonnenten darauf ausgehen, sich diese Verbesserungen in Form von Einsparungen zunutze zu machen; die Intensivierung der Beleuchtung wird sich daher in bescheidenem Rahmen halten. Es wurde heute davon gesprochen, dass die wohl kleinsten Typen der Gasentladungslampen 50, 60 bis 75 W besitzen werden; weil sich die Abonnenten, wie ich eben sagte, sehr sparsam einstellen, werden sie sich besinnen, bevor sie ihre 40 bis 60 W-Glühlampen ersetzen gegen neue 60 bis 75 W-Gasentladungslampen, die ihnen zudem — wenigstens heute noch — sehr grosse Anschaffungskosten verursachen. Ich will damit nur sagen, dass, solange die kleinsten Typen der neuen Lampen bei 60 bis 75 W liegen, die Gefahr der Verdrängung der weniger wirtschaftlichen Glühlampen für die Elektrizitätswerke nicht sehr hoch eingeschätzt werden muss. Der Auswechslungsprozess wird sich hauptsächlich bei den grösseren Typen, den 50, 80 bis 200 W-Lampen vollziehen. Diese sind aber in verhältnismässig geringer Zahl vorhanden, so dass die finanzielle Auswirkung nicht sehr bedeutend sein kann.

Ich möchte aber noch einen andern Gedanken äussern, anknüpfend an die Tatsache, dass eben die kleinste Form der Gasentladungslampe zunächst um 60 W herum liegen wird. Ist nicht damit zu rechnen, dass, sobald diese Typen in einer gewissen Anzahl Eingang gefunden haben, die Lampen mit ihrer, wie Sie bei den Demonstrationen vorhin gesehen haben, imposanten Lichtfülle allgemein Eindruck machen werden. Es werden dann nicht nur die Abonnenten mit Lampen über 60 Watt aus Spargründen sich diese Weiterentwicklung

auch sichern, sondern die ganze Bevölkerung wird sich nach und nach an diese Lichtfülle gewöhnen, und wenn keine kleineren Gasentladungslampen auf den Markt kommen, wird das auch innerhalb der Kategorie der 15 bis 40 W-Lampen ein Abwandern von den niederwattigen zu höherwattigen Lampen zur Folge haben.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich in der Tat ein gewisser Trost für uns. Ich stelle aber eben die Frage an die Herren Referenten, mit was für Möglichkeiten wir auf diesem Gebiet rechnen dürfen: Kommt die 40 W- oder gar die 25 W-Gasentladungslampe, und mit welchen verhältnismässig geringen Kosten werden diese Typen auf den Markt kommen? Wenn wir eine bestimmte Antwort erhalten, sind wir in der Lage, unsere Aussichten in bezug auf die fraglichen Fortschritte etwas besser zu beurteilen.

Noch eine letzte Feststellung, die auch berührt werden darf: Die Gasentladungslampe sichert sich auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung eine neue Ueberlegenheit über alle andern Arten der Lichterzeugung. Das ist ein Punkt, der auch nicht zu unterschätzen ist.

Herr Direktor **E. Stiefel**, Elektrizitätswerk Basel: Den Ausführungen der Werkvertreter, mit denen ich einig gehe, möchte ich nur weniges beifügen. Zunächst zwei Beispiele: Am Rheinhafen hat eine Unternehmung ihren Umschlagplatz auf Natriumdampflicht umgebaut mit dem Erfolg, dass sie heute 55 bis 60 % weniger Elektrizität braucht. Dafür musste sie Umbaukosten aufwenden und hat Mehrkosten beim Lampenersatz. — Unserseits haben wir in einer Hauptstrasse Quecksilberdampf-Mischlicht ausprobiert. Der Versuch ergab Kostengleichheit zwischen diesem und Glühlicht bei einem Elektrizitätspreis von 10 Rp./kWh, zufällig dem Preis, den die Stadt uns bezahlt. Das Elektrizitätswerk gehört aber der Stadt; beide bilden eine Einheit, für die nicht der gegenseitige Verrechnungspreis, sondern die Gestehungskosten für die Energie massgebend sind. Rechnen wir diese beispielsweise zu 2,3 Rp./kWh, so kommt das Quecksilberdampf-Mischlampenlicht ein Drittel teurer als Glühlampenlicht. Wir haben also wirtschaftlich keine Veranlassung, bei der Strassenbeleuchtung auf ersteres überzugehen. Publikum und Verkehrsfachleute verhielten sich bei dessen probeweiser Einführung und Wiederentfernung ziemlich indifferent; trotz der Beigabe von Glühlampenlicht wurde die «Kälte» des Mischlichtes und seine unangenehme Farbe bemängelt.

Zur Frage, wie sich die Aenderungen wirtschaftlich für die Werke auswirken, möchte ich nur einen Gedanken beitragen. Die Lichtfarbe spielt eine Rolle für die benötigte Lichtmenge. Das Auge gibt sich beim rötlichen Licht der Glühlampe mit einer geringeren Beleuchtungsstärke zufrieden als bei Licht, das dem Tageslicht gleicht. Der Uebergang vom Glühlampenlicht zu einem dem Tageslicht sich nähernden Metalldampflicht wird sich in einem bedeutend grösseren Lichtbedürfnis auswirken.

Noch einen Punkt möchte ich in bezug auf den Betrieb der Gasentladungslampen erwähnen. Unangenehm empfunden wird vorläufig die lange Dauer der Anlaufzeit, die dieses neue Lampenlicht benötigt: bei der Quecksilberdampflampe muss man doch immer mit etwa fünf Minuten rechnen, bis das Licht da ist. In der gegenwärtigen Form lässt sie sich nicht für alle Zwecke verwenden. Ferner ist sie vorläufig nicht verwendbar für Gleichstrom. Das sind Einschränkungen, die für die Werke von gewisser Bedeutung sind.

Zuletzt erlaube ich mir noch eine Frage an die Herren Referenten: Wie verhält es sich mit der Alterung der Metalldampflampe? Bei der gewöhnlichen Glühlampe kennen wir die Verhältnisse. Nimmt die Lichtausbeute im Laufe der Zeit ab?

Herr Oberingenieur **A. Dudler**, Schweizerische Bundesbahnen, Zürich: Herr Professor van de Werfhorst hat ein Bild gezeigt, das deutlich veranschaulichte, wie auf Bahnstrecken die Barrieren mit Natriumdampflampen sehr günstig beleuchtet werden. Das ist an und für sich sehr erfreulich, denn was uns von Automobilisten an Barrierenanlagen eingefahren wird, ist nachgerade ungemütlich, und zwar nicht nur für die Bundesbahnverwaltung allein.

Wie verhalten sich aber die optischen Signallampen bei Niveauübergängen in Natriumlicht? Wie durchdringt das rote Signallicht das gelbe Natriumlicht? In andern Ländern werden die Pausenzeichen mit grünem Licht markiert; ist im gelben Natriumlicht der Farbenunterschied zwischen grün und rot ebenso deutlich wie im weissen Licht?

Ein anderer Punkt hat noch mein besonderes Interesse erweckt: Auf dem Ablaufberg im Bahnhof Zürich unternahmen wir vor etwa 1¼ Jahren Beleuchtungsversuche mit Natriumdampflicht. Wir wurden dann von den Hemmschuhlegern und Weichenwärtern darauf aufmerksam gemacht, dass im Dämmerlicht die Kontrastwirkung nicht so günstig sei wie beim weissen Licht. Halten Sie sich einen Augenblick vor Augen, wie sich der Dienst am Ablaufberg abspielt: Die Puffer der Güterwagen werden mit Kreide angeschrieben und je nach der Bezeichnung geht der betreffende Wagen auf Geleise Nr. X oder Y. Die Weichenwärter haben die Zahl abzulesen und die Weichen dementsprechend zu stellen. Der Rangierbetrieb am Ablaufberg kostet erheblich Geld, weshalb der Bahnverwaltung sehr daran gelegen ist, diesen Teil der Geleiseanlagen technisch einwandfrei, namentlich kontrastreich zu beleuchten. In der Uebergangszeit, d. h. vor Eintritt der Dunkelheit hat nun aber das Natriumdampflicht bei uns keinen einwandfreien Betrieb ermöglicht. Eventuell können die Versuche mit Mischlampenlicht zu einer Verbesserung der Beleuchtung in diesem besonderen Fall führen.

Herr Professor **van de Werfhorst** antwortet auf die verschiedenen Fragen: Zuerst wurde die Frage gestellt, ob noch kleinere Gasentladungslampen als 50 W erwartet werden können. Das weiss noch niemand. Damit möchte ich aber ebenso wenig sagen, dass kleinere Typen nicht kommen werden. Bei den Gasentladungslampen handelt es sich um ein Gebiet, das, wie heute verschiedentlich dargelegt wurde, noch im Anfang steht und in Entwicklung begriffen ist. Niemand wird heute mit Bestimmtheit sagen können: Dieses kommt und jenes wird sicher nicht kommen. Eines darf man aber wohl sagen, dass die Apparatur, die für Gasentladungslampen jedenfalls immer nötig sein wird, bei den kleineren Lampen nicht im selben Verhältnis kleiner werden kann. Dieser Umstand wird die Herstellung von kleineren Lampen stark hemmen.

Lebensdauer der neuen Lampen: Angaben darüber sind heute überall gedruckt vorhanden und sozusagen in jeder Broschüre über Gasentladungslampen zu finden.

Zur Frage von Herrn Dudler: In einem Strassenbild, das nur aus zwei Farben zusammengesetzt ist, nämlich aus Gelb und Schwarz (Natriumbeleuchtung), wird jede farbige, selbständige Strahlung — die Blinklichtsignale haben *eigene Lichtquellen* — viel schärfer in ihrer wirklichen farbigen Eigenschaft wahrgenommen als in einem mit Glühlampen beleuchteten Strassenbild, das mehr Farben enthält als gelb und schwarz. Herr Dudler frägt, ob unsere Augen für eine selbständige rote und grüne Strahlung in Natriumlicht empfindlich sind; die Frage kann also nicht nur theoretisch, sondern auch auf Grund praktischer Erfahrungen positiv beantwortet werden. Der Kontrast ist sogar noch wesentlich grösser als im gewöhnlichen Licht.

Herr Prof. Dr. **B. Bauer**: Herr Guanter hat bei seinen Berechnungen die Brenndauer zu 1000 Stunden für Glühlampen und 2000 Stunden für Gasentladungslampen angenommen. Kann man schon so sicher rechnen?

Herr **J. Guanter**: Bei Metalldampflampen sind schon sehr hohe Lebensdauern erreicht worden. Ich will ein sehr aktuelles Beispiel nennen: In Zürich sind an der Bahnhofstrasse die ersten Versuche mit Quecksilberdampflampen gemacht worden. Die Lampen wurden dann aber, bevor die Brenndauer erschöpft war, wieder weggenommen. Die Lampen hatten im Mittel schon eine Lebensdauer in der Gegend von 2750 Stunden erreicht. Einen Rekord an Brenndauer haben einzelne Quecksilberlampen in Lausanne erzielt. Die Ergebnisse von 12 Lampen lauten: ein Stück hat 300 Stunden gebrannt, drei weitere haben etwas über 4000 und acht über 5000 Stunden erreicht.

Herr Prof. **van de Werfhorst**: In dem zwei Kilometer langen Tunnel in Antwerpen haben Natriumdampflampen

dauernd gebrannt, d. h. 8700 Stunden pro Jahr. Dort liegt jetzt eine Erfahrung von ungefähr 18 000 Stunden vor. Der Mittelwert der Lebensdauer wurde zu mehr als 3200 Stunden festgestellt. 2000 Stunden mit gleichbleibender, unveränderter Leistungsfähigkeit dürfen deshalb ohne weiteres jeder Rechnung zugrunde gelegt werden.

Herr Obering. **L. Schneider:** Zu den Ausführungen von Herrn Direktor Baumann möchte ich kurz auf die Entwicklung der Kohlenfadenlampe und der Metalldrahtlampe eingehen. Selbstverständlich ist der Vergleich zwischen damals und heute nicht ganz parallel zu ziehen, denn früher war die Zahl der an ein Werk angeschlossenen Lampen geringer im Vergleich zu heute. Die Entwicklung vollzog sich damals im wesentlichen extensiv; in der nächsten Zeit dagegen wird sich die Entwicklung der Lichttechnik nach meiner persönlichen Ansicht vielmehr intensiv vollziehen, d. h. die Beleuchtungsstärken werden noch steigen. Ich habe mich in den letzten Tagen hier mit einigen Herren darüber unterhalten und bin dabei auf eine gewisse Skepsis gestossen. Ich persönlich bin überzeugt, dass die Beleuchtungsstärken, die wir vielleicht in zehn Jahren haben werden, ein Vielfaches von dem sind, was wir heute anwenden.

Wir wissen heute mit Sicherheit, dass die Beleuchtungsstärken, sei es im Bureau, sei es an einem andern Arbeitsplatz, noch nicht die höchste Leistungsfähigkeit des Auges erreichen lassen. Die Messungen, die über die erforderlichen Beleuchtungsstärken vorliegen, geben immer nur die unteren Werte an. Wir können nur feststellen, bei welcher Beleuchtungsstärke wir gerade eben noch sehen können. Wir wollen aber mit der Beleuchtung eigentlich mehr erreichen: einen Gegenstand nicht nur gerade eben erkennen, sondern unter allen Umständen sehr gut erkennen. Wir können das an folgendem Beispiel klar machen:

Zum Lesen von schwarzen Buchstaben auf weissem Papier brauchen wir eine Beleuchtungsstärke von mindestens 50 Lux. Wir haben dabei einen Kontrast von Buchstaben zu Papier von etwa 1 : 10 bis 1 : 20. Im modernen Bureaubetriebe sind die Kontraste der Schriften, die wir zu lesen haben, wesentlich geringer: Schreibmaschinenschrift 1 : 8, Bleistiftschrift sowie Durchschläge und Kopien etwa 1 : 2. Um die Schrift bei diesen geringen Kontrasten noch deutlich lesen zu können, brauchen wir viel höhere Beleuchtungsstärken, mindestens 75, besser aber noch 150 Lux, denn wir müssen die Beleuchtung ja nicht so einrichten, dass wir das am leichtesten Lesbare gerade noch erkennen können, sondern dass diejenige Arbeit, die an das Auge die grössten Anforderungen stellt, wie z. B. das Lesen schlechter Kopien, noch ohne Anstrengung ausgeführt werden kann. Es ist ähnlich wie auch sonst in der Technik, wo das schwächste Bauelement für die Sicherheit der betreffenden Anlage massgebend ist.

Wir haben einer grossen Anzahl von Versuchspersonen Zeitungsausschnitte, Kurszettel, Maschinenschriftkopien usw. vorgelegt und ihnen die Möglichkeit gegeben, in den Grenzen zwischen 0 und 4400 Lux sich die Beleuchtungsstärke auszuwählen, die ihnen zum Lesen am angenehmsten erschien. Die Mehrzahl der rd. 600 Versuchspersonen wählte Beleuchtungsstärken in der Grössenordnung von etwa 1000 Lux, einem weiteren beträchtlichen Prozentsatz waren 2000 Lux besonders angenehm. Die Probepersonen waren ganz unbeeinflusst. Der Versuch wurde wiederholt; das Resultat war gleich. Das beweist, dass tatsächlich unser Lichtbedürfnis in Wirklichkeit grösser ist, als es heute im allgemeinen angegeben wird, und die Zahlen, die in den meisten Leitsätzen angegeben sind, sind nach meiner persönlichen Ueberzeugung an der unteren Grenze des Zulässigen. Die gute Strassenbeleuchtung in Zürich wird man vielleicht nicht mehr durch eine Steigerung auf das Drei- bis Vierfache soweit verbessern können, dass dadurch noch viel besser gesehen werden kann. Aber in vielen anderen Städten wird man die Strassenbeleuchtung erheblich verstärken müssen. Die intensive Entwicklung der Beleuchtung steht zweifellos noch ganz am Anfang.

Zur Frage, ob noch kleinere Lichtquellen kommen werden: Ich persönlich bin in dieser Beziehung etwas skeptisch. Ich habe den Eindruck, dass die Aufgaben der Metalldampflampen bei den grösseren Typen liegen werden. Aber wir können alle nicht prophezeien. Vor zehn Jahren hätten wir gewisse Dinge, die wir heute bei den Experimenten gesehen haben, für phantastisch erklärt. Jedenfalls ist die Lichtausbeute bei den kleineren Typen nicht so gut wie bei den grossen. Die Entwicklung ist hier ähnlich wie bei den Glühlampen. Die Kosten für die Herstellung der Lampen und Zusatzgeräte werden nicht im Verhältnis der Lichtströme billiger werden, wie Prof. van de Werfhorst schon festgestellt hat.

Zur Alterung der Lampen: Die Lichtabgabe bleibt natürlich nicht während der ganzen Lebensdauer konstant. Bei einer guten Quecksilberdampflampe mit einem Lichtstrom von 20 000 lm wurde eine Abnahme von 15 bis 20 % der Lichtausbeute konstatiert. Das Elektrodenmaterial zerstäubt und setzt sich als schwarzer Belag am Kolben fest, so dass Licht absorbiert wird. Bei Natriumlampen ist die Lichtabnahme etwa 20 %. Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, dass wir ja noch am Anfang einer Fabrikation stehen, bei der wie auch sonst in der Technik die Produkte noch nicht mit der grossen, fast absoluten Gleichmässigkeit hergestellt werden können wie vollautomatisch hergestellte Massenfabrikate, die in Millionen und aber Millionen von Exemplaren jährlich fabriziert werden. Wenn daher einmal bei einer Lampe der Lichtstrom nach 2000 Stunden um 25 % abgenommen hat, so ist das noch lange kein Unglück, denn es gibt auch andere Lampen, deren Lichtstrom in der Zeit nur um 15 % zurückgeht. Jeder einsichtige Ingenieur wird sich dieser in der Technik doch selbstverständlichen Tatsache nicht verschliessen können. Er wird es auch natürlich finden, dass der Lichtstrom der Metalldampflampen genau so wie der von jeder anderen Lichtquelle im Laufe der Brennzeit etwas abnimmt, wo es doch überhaupt kein technisches Erzeugnis gibt, das durch den Gebrauch der Alterung nicht unterworfen ist.

Zum Schluss hätte ich mich noch zu der Frage der Natriumbeleuchtung auf dem Verschiebebahnhof in Zürich zu äussern. Ich kann mir die Erscheinung, die Herr Dudler beobachtet hat, im Augenblick physikalisch nicht ohne weiteres erklären. Es wäre zu fragen, ob die Beleuchtungsverteilung genau die gleiche war wie bei der Glühlampenverteilung, vor allen Dingen die vertikale Beleuchtung für das Ablesen der Zahlen an den Puffern, ob die Lampen rechtzeitig eingeschaltet wurden, so dass sie in der Dämmerung voll in Betrieb waren. Es ist deshalb schwer, diese Fragen ohne genauere Angaben hier zu beantworten.

Der **Vorsitzende**, Herr Prof. Dr. **B. Bauer:** Wenn das Wort nicht weiter verlangt wird, möchte ich nochmals den verehrten Herren Referenten und allen Votanten für ihre Beiträge herzlich danken und die Tagung schliessen.

Die Messung der betriebsmässigen Lichtbogenspannung an Gleichrichtern.

Von *M. Wellauer* und *W. Stettler*, Zürich-Oerlikon. 621.317.32 : 621.314.65

Bei Verwendung von Triodenröhren lassen sich verschiedene Meßschaltungen anwenden, die zur oszillographischen und zur Mittelwert- und Maximalwertmessung des Lichtbogenabfalles eines Gleichrichters im Betriebszustand sehr gut geeignet sind. Insbesondere wird eine Schaltung, die im Gleichrichterlaboratorium der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelt wurde, näher beschrieben und ihre Vorzüge angegeben.

Pour relever à l'oscillographe ainsi que pour mesurer les valeurs moyennes et maximum de la chute de tension dans l'arc d'un redresseur en marche, il existe plusieurs montages appropriés, utilisant des triodes. L'auteur décrit un montage spécial développé par le laboratoire des redresseurs des Ateliers de Construction Oerlikon, et en expose les avantages.

1. Einleitung.

Mit der technischen Entwicklung der Grossgleichrichter hat man erkannt, dass der Lichtbogenabfall eine der wichtigsten Eigenschaften der Grossgleichrichter ist. Der Lichtbogenabfall ist nicht allein von Bedeutung für den Wirkungsgrad der Gleichrichter, sondern gibt auch wichtige Anhaltspunkte für seine anderen betriebsmässigen Eigenschaften, und damit für die Beurteilung der Gleichrichtertypen überhaupt. Der Lichtbogenabfall wird deshalb im Versuchslokal vom Beginn der Entgasung des Gleichrichters bis zu den letzten Belastungsproben dauernd überwacht. Besonders wertvoll ist auch die Kenntnis des Verlaufes der Lichtbogenspannung während der Brennzeit der einzelnen Anoden. Das soll an Hand einiger Beispiele näher erläutert werden.

Aus bekannten physikalischen Gründen, die hier nicht weiter erläutert werden, ist der Lichtbogenabfall ein empfindlicher Anzeiger für folgende Zustände im Gleichrichter: für die Anwesenheit von Fremdgasen im Quecksilberdampf und an den Anoden, für die richtige Führung des Quecksilberdampfes, der zur Lichtbogenleitung nötig ist, für die räumliche Ausbildung des Lichtbogenweges zwischen den Anoden und der Kathode.

Die Anwesenheit der Fremdgase zeigt sich während der Entgasung eines Gleichrichters durch die Höhe des Lichtbogenabfalles deutlich an. Am Anfang der Entgasung beträgt der Lichtbogenabfall etwa 100 V und mehr. Nach kurzer Zeit fällt dessen Wert auf 50 bis 60 V, um alsdann langsam auf den betriebsmässigen Wert von 20 bis 30 V beim vollständig entgasten Gleichrichter zu fallen. Der Lichtbogenabfall ist also ein Mass, sogar das zuverlässigste Mass für die genügende Entgasung eines Gleichrichters. Im vollständig genügend entgasten Zustand kann nun der Lichtbogenabfall für verschiedene Konstruktionen verschiedene Werte annehmen, wenn die Quecksilberdampfführung verschieden ist. Bekanntlich ist der Lichtbogenabfall abhängig vom Strom und der Temperatur des Gleichrichters. Zuerst, bei kleinem Strom, sinkt der Lichtbogenabfall, erreicht ein Minimum und steigt dann fast linear an. Dies gilt für eine bestimmte Temperatur. Für andere Temperaturen ergeben sich ähnliche Charakteristiken, die jedoch in Abhängigkeit von der Temperatur gegeneinander verschoben sind, derart, dass bei tiefer Temperatur der Lichtbogenabfall hoch ist, dann mit zunehmender Temperatur fällt, ein Minimum erreicht und bei noch höherer Temperatur wieder ansteigt. Bei den üblichen Konstruktionen liegt das Temperaturminimum des Lichtbogenabfalles bei 40 bis 70° C. Der Grund für diese Temperatur- und Stromabhängigkeit des Lichtbogenabfalles liegt in der Dampfzufuhr, die dem Lichtbogen den Quecksilberdampf für die Ionisierung zur Verfügung stellt. Bei grossem Dampfmangel, was besonders bei hohem Strom und tiefer Temperatur eintreten kann, treten Stromschwingungen auf und der Lichtbogenabfall nimmt während der Brennzeit einen zackenförmigen Verlauf an. Diese Zusammenhänge können durch die räumliche Ausbildung des Lichtbogenweges und der Kondensationsflächen, wie auch etwa vorhandener Dampfführungsschirme und der Anodenhülsen weitgehend beeinflusst werden. Es ist nicht der Zweck dieses Aufsatzes, auf diese Verhältnisse näher einzugehen; ihre Erwähnung soll nur die Bedeutung der Lichtbogenabfallmessung für die konstruktive Ausbildung der Gleichrichter beleuchten.

2. Messmethoden.

Die Messmethoden können unterteilt werden in indirekte und direkte Messungen des Lichtbogenabfalles. Indirekte Methoden sind solche, bei denen der Lichtbogenabfall aus Leistungsmessungen, Wärmezufuhr- und Wärmeabfuhr-Messungen und aus Temperaturmessungen bestimmt werden kann. Auf diese Art der Bestimmung des Lichtbogenabfalles sei hier nicht näher eingegangen. Sie dienen besser zu Wirkungsgradfeststellungen als zu den in der Einleitung genannten wichtigen Feststellungen. Eine Zusammenstellung dieser Methoden findet sich bereits in der Literatur [1]).

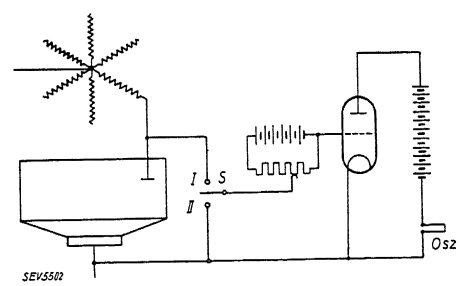


Fig. 1.
Osz Oszillograph.

Bedeutend eleganter als die indirekten Messmethoden sind die direkten Spannungsmessungen des Lichtbogenabfalles unter Anwendung von Elektronenröhren. Die Elektronenröhre hat dabei immer den Zweck, die während der Sperrzeit zwischen Anode und Kathode herrschende hohe Spannung vom Messinstrument fernzuhalten. Dadurch ist es möglich, mit empfindlichen Messinstrumenten die Spannung Anode—Kathode während der Brennzeit zu messen. Natürlich muss die Elektronenröhre während der Sperrzeit die volle Spannung zwischen Anode und Kathode mit Sicherheit aushalten. Man hat jedoch die Möglichkeit, die eigentliche Messröhre von der hohen Sperrspannung durch geeignete Schaltungen mit robusteren Röhren zu entlasten.

Eine erste und wichtige Schaltung zeigt Fig. 1. Diese Schaltung dient zur genauen oszillographischen Messung des Lichtbogenabfalles [2]). Als Elektronenröhre ist eine einfache Triode geeignet. Zur Anpassung an die zu messende Lichtbogenspan-

[1]) S. Widmer und A. Leuthold. Die Verluste im Quecksilbergrossgleichrichter und verschiedene Methoden zu ihrer Messung. BBC. Mit. Dez. 1931.

[2]) W. Stettler. Messung des Lichtbogenabfalles an Gleichrichtern. Bulletin Oerlikon. Sept. 1931.

nung von ca. 20 bis 40 V dient eine Gitterbatterie. Die Messstellung des Schalters *S* ist *I*. Während der Sperrzeit ist das Gitter der Triode gegenüber ihrer Kathode negativ, so dass der Anodenstrom der Triode vollständig gesperrt ist. Sobald die Gleichrichteranode positiv zur Gleichrichterkathode wird, ist die Lichtbogenspannung u_L der Gittervorspannung entgegengesetzt gerichtet und ruft in der Triode einen Anodenstrom hervor, der

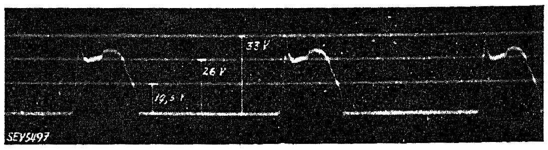


Fig. 2.

in der Oszillographenschleife gemessen wird. Verwendet man z. B. eine Philips-Triode B 405 und eine Anodenspannung von 150 V, so ist der Anodenstrom oberhalb einer Gitterspannung von —20 Volt proportional der Gitterspannung. Wird eine Gittervorspannung von —35 V gewählt, so ist von einer Lichtbogenspannung grösser als 15 V an der Anodenstrom der Triode dem Lichtbogenabfall ziemlich genau proportional. Da der Lichtbogenabfall immer grösser als 15 V ist, wird also der Verlauf des Lichtbogenabfalles von der Oszillographenschleife sehr genau wiedergegeben. Für die Eichung des Oszillographenausschlages wird der Umschalter auf Stellung II gebracht. Mittels des Spannungsteilerwiderstandes können der Gitterbatterie verschiedene Spannungen von —35 bis 0 V entnommen werden. Eine oszillographische Aufnahme des Lichtbogenabfalles mit dieser Messmethode zeigt die Fig. 2.

Ausser dieser Schaltung zur oszillographischen Messung des Lichtbogenabfalles wurden auch Schaltungen angegeben, um den Abfall mit Voltmeter messen zu können. Diese Schaltungen eignen sich besonders zu laufenden Messungen, deren Wichtigkeit bereits erwähnt wurde.

Prinzipiell kann auch eine Scheitelspannungs-Messanordnung für die direkte Messung des Lichtbogenabfalles verwendet werden (Fig. 3). Infolge der Ableitung der Kondensatorentladung durch das Voltmeter ist die Ablesung den Schwankungen des Lichtbogenabfalles genügend angepasst. Die Ableitung ist, wenn der Kondensator nicht sehr gross ist, derart, dass eine Lichtbogenspannung gemessen wird, die zwischen dem Scheitelwert und dem Mittelwert des Lichtbogenabfalles liegt.

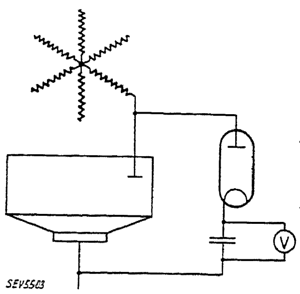


Fig. 3.

Eine besondere Ausbildung einer Schaltung nach diesem Prinzip, bei der eine Hilfsbatterie von nur 8 Volt benötigt wird, zeigt Fig. 4 [3]). Diese Messapparatur eignet sich besonders für Verwendung auf Montage. Auf der Stellung *II* des Umschalters *S* wird die Heizung der Röhre so eingestellt, dass das Millivoltmeter maximal ausschlägt. Dann wird auf Meßstellung *I* umgeschaltet, und aus dem Ausschlag des Millivoltmeters kann mittels einer Eichkurve der Lichtbogenabfall bestimmt werden.

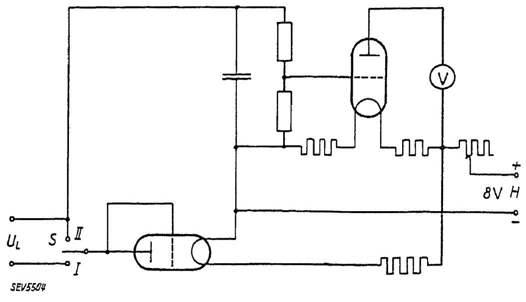


Fig. 4.
H Hilfsbatterie.
U_L Lichtbogenspannung.

In der Schaltung nach Fig. 1 wurde die Oszillographenschleife durch ein Telephon ersetzt und folgendermassen zur Messung des Lichtbogenabfalles verwendet [4]). Zuerst wird an Stelle der Lichtbogenspannung kurzgeschlossen und die Gittervorspannung so eingestellt, dass der Anodenstrom der Triode Null ist. Der Wert der Gitterspannung ist dann gleich u_0. Dann wird die zu messende Lichtbogenspannung angelegt und die Gittervorspannung so vergrössert, dass der Anodenstrom wiederum Null wird. Die Differenz beider Spannungen ergibt die Lichtbogenspannung. Die Gittervorspannung wird mit einem statischen Voltmeter gemessen. Die Messung des Anodennullstromes mit dem Telephon geschieht durch Unterbrechen desselben mit einem Taster. Bei der Messung der Lichtbogenspannung lässt sich die Zündspannung im Telephon deutlich von der Brennspannung unterscheiden. Bei der Zündspannung tritt ein heller, kratzender Ton, bei der

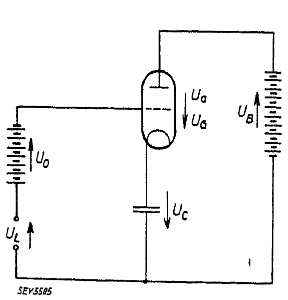


Fig. 5.

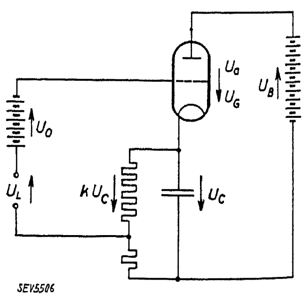


Fig. 6.

Brennspannung ein tiefer, brummender Ton auf. Natürlich ist dieser Unterschied nur zu erkennen, wenn die Lichtbogenspannung eine deutliche Zündspitze aufweist.

---

[3]) Diese Schaltung wurde von H. Hafner angegeben.

[4]) R. Rompe und H. Schellenmeier. Z. techn. Physik, Bd. 15 (1934), S. 265.

Eine weitere Schaltung zur Messung des Lichtbogenabfalles zeigt Fig. 5[5]). Die Wirkungsweise dieser Schaltung ist folgende: Während der Lichtbogendauer fliesst in der Triode ein Anodenstrom und der Kondensator wird auf die Spannung U_C aufgeladen. Die Spannung U_C wird mittels eines hochohmigen Voltmeters abgelesen. Durch die Kondensatorspannung wird die Gittervorspannung so lange verkleinert, bis der Anodenstrom der Triode Null ist. Dann hat die Kondensatorspannung ihren maximalen Wert.

Die Rechnung ergibt folgende Beziehung zwischen der Lichtbogenspannung und der Kondensatorspannung:

$$u_0 = -\frac{1}{1+D}\,(D \cdot u_B + u_0 + u_L)$$

D = Durchgriff der Triode.
u_B = Spannung der Anodenbatterie.
u_0 = Gittervorspannung.

Dieser für die Messung nicht gerade günstige Zusammenhang kann nun durch folgenden Kunstgriff in eleganter Weise vereinfacht werden. Wie Fig. 6 zeigt, wird parallel zum Kondensator ein hoher Widerstand geschaltet und der Gitterkreis an einen Punkt dieses Widerstandes angeschlossen. Bezeichnet man die Spannung zwischen der Kathode der Triode und dem Anschlusspunkt des Gitterkreises am Widerstand mit $k \cdot u_C$, so lautet die neue Beziehung zwischen u_C und u_L:

$$u_C = -\frac{D \cdot u_B + u_0 + u_L}{k + D}$$

Macht man nun $D \cdot u_B + u_0 = O$, also die Gittervorspannung zu $u_0 = -u_B/D$ und $k + D = 1$, also $k = 1 - D$, so wird

$$\underline{u_C = -u_L,}$$

d.h. die Lichtbogenspannung kann direkt mittels eines Voltmeters am Kondensator abgelesen werden.

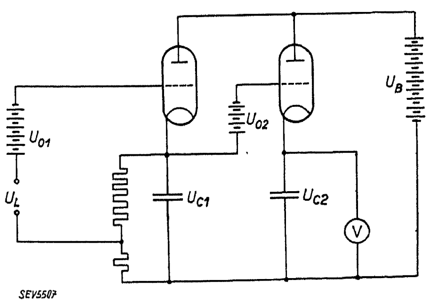


Fig. 7.

Bei der Weiterentwicklung dieser Schaltung zeigte es sich, dass es vorteilhaft ist, eine zweite Triode anzuwenden, und zwar aus folgenden Gründen: Infolge der *kurzen Dauer* der Lichtbogenspannung wird der Kondensator bei Verwendung eines gewöhnlichen hochohmigen Voltmeters zu stark entladen. Misst man nun diese Kondensatorspannung mit einer Triodenanordnung nach demselben Prinzip wie die Schaltung nach Fig. 5, so kann dieser Nachteil ganz behoben werden. Diese Schaltung zeigt Fig. 7. Das Gitter der zweiten Triode erhält fast vollkommen konstante Gleichspannung und der Kondensator der zweiten Gruppe wird demgemäss dauernd geladen, so dass dessen Spannung mit einem hochohmigen Voltmeter fehlerfrei gemessen werden kann. Der neue Zusammenhang zwischen der zu messenden Lichtbogenspannung und der Kondensatorspannung des zweiten Kreises ergibt sich folgendermassen: Der Index 1 bezieht sich dabei auf den ersten, der Index 2 auf den zweiten Kreis. Es ist, unter Berücksichtigung von

$$u_{B1} = u_{B2} = u_B \text{ und } D_1 = D_2 = D$$

$$u_{C1} = -\frac{D \cdot u_B + u_{01} + u_L}{k + D}$$

$$u_{C2} = -\frac{1}{1+D}\,(D \cdot u_B + u_{02} + u_{C1}).$$

Setzt man den Wert von u_{C1} in der zweiten Gleichung ein, so wird

$$u_{C2}\ (1 + D)\ (k + D) = -D \cdot k \cdot u_B - D^2 \cdot u_B + D \cdot u_B + u_{01} - k \cdot u_{02} - D \cdot u_{02} + u_1.$$

Setzt man in dieser Beziehung

$$(1 + D)\ (k + D) = 1, \text{ d.h. } k = \frac{1 - D - D^2}{1 + D} \text{ und}$$

$$-D \cdot k \cdot u_B - D^2 \cdot u_B + D \cdot u_B + u_{01} - k \cdot u_{02} - D \cdot u_{02} = 0$$

so wird wiederum die einfache Beziehung erhalten:

$$\underline{u_{C2} = u_L.}$$

Die obige Gleichung ergibt, ausgerechnet und den für k gefundenen Wert eingesetzt:

$$0 = -u_B \cdot D \left(\frac{D}{1+D}\right) + u_{01} - u_{02}\left(\frac{1}{1+D}\right)$$

In dieser Beziehung kann u_{01} gleich Null gesetzt werden (was für die Schaltung eine wesentliche Vereinfachung ergibt) und es wird dann:

$$\underline{u_{02} = -u_B \cdot D^2.}$$

Diese Spannung kann an der Anodenbatterie abgegriffen werden.

Zum Schluss unseres Ueberblickes soll noch die Sondenmessung einer kurzen Betrachtung unterzogen werden. Im Lichtbogenabfall zwischen Anode und Kathode eines Gleichrichters kann man bekanntlich folgende Teilspannungsabfälle unterscheiden: Kathodenfall, Abfall in der positiven Säule und Anodenfall. Es wäre für den Gleichrichterbau nun von Wichtigkeit, wenn diese Teilabfälle durch Messungen bestimmt werden könnten. Aber nicht nur die Teilabfälle als Ganzes interessieren den Konstrukteur, sondern man sollte auch den Verlauf des Potentials längs der positiven Säule genauer kennen. Leider sind darüber fast keine Messungen bekannt geworden, was angesichts

[5]) A. W. Hull and H. D. Brown. Mercury-Arc Rectifier Research. J. Amer. Inst. Electr. Engr. Jan. 1931.

der grossen Schwierigkeiten und Fehlerquellen, die dabei zu überwinden sind, begreiflich ist. Bis anhin wurde nur der Gleichstromlichtbogen und auch dieser nur unter besonderen Bedingungen, die im Quecksilberdampflichtbogen nicht immer vorhanden sind, untersucht. Es ist aber bekannt, dass der Lichtbogenabfall eines Gleichstromlichtbogens zwischen einer Anode oder auch zwischen allen Anoden und der Kathode nicht den gleichen Wert hat wie der Lichtbogenabfall des mit Wechselstrom betriebenen Gleichrichters. Es wurde schon versucht [6]), die mittels des Gleichstromlichtbogens bei niedrigem Druck erprobten Methoden auf den mit Wechselstrom betriebenen Gleichrichter anzuwenden, und zwar dadurch, dass man die Sondenströme oszillographierte und dann aus diesen Oszillogrammen für jeden Zeitpunkt die vom Gleichstromlichtbogen bekannten Sondencharakteristiken aufzeichnete. Dieses an und für sich schon umständliche Verfahren wird noch erschwert durch die raschen Aenderungen des Lichtbogenabfalles am Anfang und am Ende der Brenndauer. Mit dieser Methode konnten die Werte der Elektronentemperatur und des Sondenpotentials an verschiedenen Stellen des Lichtbogens und für einen Zeitabschnitt der Brenndauer aufgenommen werden.

[6]) W. Koch. Ueber Sondenmessungen in zeitlich veränderlichen Entladungen. Z. techn. Physik Bd. 16 (1935), S. 461.

Elektrotechnische Notizen von einer Studienreise nach dem Osten der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Bull. SEV 1936, Nrn. 9, 10 und 11.

Berichtigung.

Aus Leserkreisen würde ich in zuvorkommender Weise auf einen groben Fehler in der Vergleichsrechnung über Energiekosten aufmerksam gemacht. Die in den Tabellen I bis III (Seite 298 bis 300) zusammengestellten Angaben über Tarife stimmen, dagegen sind in den Fig. 63 und 64 (S. 301) bei den Haushaltungstarifen für Toronto leider aus Versehen viel zu hohe Kosten aufgetragen. Werden 100 m² Wohnfläche zugrunde gelegt, so lauten die richtigen Zahlen:

Bei einem Bezug von

100 kWh/Jahr	9.— $	(= Mindestgebühr)	= 55,2%	der EKZ
250 »	9.— $	(= »)	= 35 %	» »
1400 »	21.75 $		= 49,4%	» »
2600 »	33.75 $		= 50,9%	» »

Bei den Haushaltungstarifen ist Toronto also im Vergleich zu den hiesigen Preisen nur rund halb so teuer und nicht, wie fälschlicherweise angegeben, doppelt so teuer. Damit reiht es sich bei den kleinen Verbrauchswerten sehr gut zu den amerikanischen Städten ein, während es bei grossen Verbrauchswerten ganz wesentlich billiger ist als die amerikanischen Städte und auch als die EKZ.

Sodann erhielt ich die Mitteilung, dass bei dem grossen Katastrophenhochwasser im Frühjahr 1936 der Susquehanna-River sogar eine höchste Wassermenge von 25 500 m³/s führte.

H. Wüger.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Vom Etzelwerk.

621.311.21(494.111)

Am 11. Juli besichtigte der Linth-Limmat-Verband die verschiedenen Baustellen des Etzelwerkes, die sich zur Zeit alle im interessantesten Baustadium befinden. Dank der sachkundigen Führung durch Herrn Oberingenieur *O. Krause*, Bauleiter der Etzelwerk A.-G., gewannen die Besucher trotz Regenwetters einen klaren Ueberblick über die Anlage und über deren Besonderheiten, die nicht nur auf technischem, sondern vor allem auf wirtschaftlichem Gebiet liegen: Es gibt im ganzen Lande und wohl weit darüber hinaus kaum ein Kraftwerk, bei dem die zusätzlichen unproduktiven Lasten einen so grossen Teil der Gesamtkosten ausmachen, wie beim Etzelwerk. Die Konzessionsbestimmungen füllen ein dickes Buch, das den Extrakt aus 40jährigen Verhandlungen darstellt. Kein Wunder, dass darin nichts vergessen ist: Aus den Auflagen für Brücken- und Strassenbauten bis zu den Bestimmungen über das Fangen von Fröschen im Sihlsee ergab sich ein gewaltiges Pflichtenheft, dessen Auswirkungen das Werk stark belasten.

Ueber die technischen Einzelheiten können wir uns kurz fassen, da im Laufe des Sommers der Vortrag, den Herr Direktor Engler von den NOK an der Generalversammlung des SEV und VSE vom 4. Juli in St. Gallen über das Etzelwerk hielt, hier veröffentlicht wird [1]). Die Besichtigung begann beim Unterwasserkanal, dessen im Tagbau erstellte Strecke zur Zeit betoniert und bald zugedeckt wird. Das architektonisch sehr ansprechende Maschinenhaus ist fertig zur Aufnahme der Maschinen. Die ersten Turbinenstücke sind bereits an Ort und Stelle. Die ersten Längen der Druckleitung, die aus 2 Rohren von je 1,8 bis 2,1 m Durchmesser mit, im unteren Teil, einer Wandstärke von 4,5 cm besteht, sind ebenfalls montiert. Die schwierigen technischen Probleme, welche die Fabrikation dieser Druckleitung stellt, sind vergleichbar denen, die bei der Druckleitung des Dixence-Werkes zu lösen waren. Die Etzelleitung wird jedoch ganz von schweizerischen Firmen hergestellt und geliefert.

[1]) Vgl. die Projektbeschreibung von Hrn. Obering. H. Eggenberger, Bull. SEV 1929, Nr. 24, S. 805.

Mit Postautomobilen fuhren die Besucher hinauf zum Hühnermatt-Damm, ein Erddamm mit ca. 15 m Wasserdruck. Dass der Bau eines solchen Erddammes keine einfache Sache, sondern eine Kunst für sich ist, konnte an Ort und Stelle festgestellt werden und wurde auch überzeugend vom Bauleiter, Herrn Obering. Krause, dargelegt. Besonderes Interesse bot die Baustelle der Gewichtsstaumauer in der Schlagen, der eigentlichen Staumauer, die zu bald ⅔ vollendet ist. Sie wird mit den allereinfachsten Hilfsmitteln aus Stampfbeton hergestellt. Die Ausrüstung der Baustelle entspricht etwa der eines grösseren Hochbaues in Zürich. Der Inhalt der Mauer beträgt um etwa 22 000 m³, ihre Höhe 28 m. Glücklicherweise ist die geologische Formation so, dass für den Bau des Staubauwerkes eine Stelle gefunden werden konnte, wo solider Molasse-Fels ansteht und nur durch eine schmale Schlucht durchbrochen ist, so dass die Staumauer in einfacher Weise sicher gegründet werden kann. Mit dem Stau wird im nächsten Frühjahr begonnen. Das Werk kommt voraussichtlich im Herbst 1937 in Betrieb.

Bei starkem Regen wurde noch der künftige See umfahren, so dass sich Gelegenheit gab, die verschiedenen Baustellen der zahlreichen Aufschüttungen, der Bachverbauungen und der beiden Brücken (Willerzeller Viadukt und der Steinbacher Viadukt) zu besichtigen. Die beiden Viadukte bestehen aus leichter Eisenkonstruktion. Da man bei 60 m tiefen Bohrungen in diesem Moorboden auf keinen festen Grund stiess, mussten die Viadukte auf Holzpfählen gegründet werden. Die Pfähle sitzen kraft eigener Reibung im Boden fest. Für die beiden Viadukte waren über 20 km Pfähle nötig, die z. T. aus dem Welschland hertransportiert werden mussten. Der längste Pfahl ist 28 m lang. Er schloff 15 m tief allein durch eigenes Gewicht; erst die letzten 13 m mussten gerammt werden. Wäre die Willerzeller Brücke nur wenige Meter länger,

so könnte die Etzelwerk A.-G. für sich den Ruhm in Anspruch nehmen, die längste Brücke Europas gebaut zu haben.

Bei der Rundfahrt im Stauseegebiet erblickte man auf den umliegenden Höhen die neuen Siedelungen, welche die Etzelwerk A.-G. den Bewohnern des Gebietes, das unter Wasser kommen wird, gebaut hat.

Zum Automobil-Protest vom 5. Juli 1936.

629.113.65

Die Automobilbesitzer der ganzen Schweiz liessen am Sonntag, dem 5. Juli, ihre Benzinwagen 24 Stunden lang in der Garage stehen aus Protest gegen die neuerdings verstärkte fiskalische Belastung der Motorfahrzeugbesitzer. Bei dieser seltenen Gelegenheit liess die *Elektrische Fahrzeuge A.-G.*,



Zürich-Oerlikon, einen Elektrowagen zirkulieren, der folgende Aufschriften trug:

«Dieser Wagen fährt *elektrisch*.»
«*Elektrizität* statt Benzin und Alkohol.»
«*Elektrisch* fahren heisst Devisen sparen.»

Diese Propagandafahrt wurde viel beachtet und dürfte, weil sie unter so augenfälligen Umständen vor sich ging, viele Leute auf die grosse Bedeutung des Akkumulatorfahrzeuges aufmerksam gemacht haben. Die Wahl des Fahrzeuges war besonders glücklich, weil der Molkereiwagen die hervorragendste Gruppe der Anwendungen des Akkumulatorfahrzeuges repräsentiert, nämlich den Wagen, der täglich die gleiche Fahrleistung mit vielen Halten bewältigen muss. In solchen Fällen ist das Akkumulatorfahrzeug der wirtschaftlichste Wagen. Es ist dringend zu hoffen, dass die Elektrizitätswerke die Akkumulatorwagen fördern, wo sie nur können, damit die Zahl dieser sehr günstigen Elektrizitätsverbraucher rasch steigt.

Elektroboote auf dem Maschsee in Hannover.

629.122.5-83

Fähren sind in Deutschland noch sehr zahlreich. Auf stehenden Gewässern bevorzugt man für solche Zwecke den elektrischen Betrieb, weil er sauber, geruchlos und geräuschlos ist. Die neueste elektrische Fähre wurde Ende Mai dieses Jahres auf dem Maschsee in Hannover, einem kürzlich fertiggestellten Stausee, in Betrieb genommen. Das Boot ist 17 m lang, 3,60 m breit und bietet etwa 100 Personen Raum. Es hat eine Geschwindigkeit von 11 km/h und vermag mit einer Batterieladung 60 km zurückzulegen. Das Boot ist mit Sonnensegel und Kabine versehen und dient dem Verkehr im Zuge einer durch den See unterbrochenen Zugangsstrasse der Stadt.

Da der Maschsee als Erholungsstätte für die Großstädter dienen soll, so bietet der elektrische Betrieb der Fähre Gewähr dafür, dass die badenden und sporttreibenden Gäste nicht unnötigerweise durch Rauch, Russ, Abgase oder Verunreinigung des Wassers belästigt werden.

Ein zweites elektrisches Boot ist bereits in Auftrag gegeben. Es wird etwas schmaler gebaut sein und eine noch grössere Batterie bekommen, so dass der Fahrbereich in Sonderfällen noch erhöht werden kann. Vermutlich wird «auf der Masch» auch noch ein grösserer Bootsverleih eingerichtet, der dem Zuge der Zeit entsprechend nicht nur Ruderboote, sondern auch Motorboote abgibt. Hierfür ist der akkumulator-elektrische Antrieb ebenfalls vorgesehen. Es gibt Boote, die für zwei Personen ausreichen und elektrisch mit Batteriestrom betrieben werden, wobei sie eine Geschwindigkeit von etwa 4 km/h entwickeln. Die Bedienung dieser Boote ist so einfach, dass selbst Kinder sie gefahrlos benutzen können. — (Elektr.-Wirtsch. 1935, Nr. 19, S. 513.)

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Die Funkeinrichtung des Zeppelin-Luftschiffes LZ 129.

621.396.933

Das neue Zeppelin-Luftschiff LZ 129, das in den ersten Tagen März auf der Werft in Friedrichshafen fertiggestellt wurde, verfügt über eine bemerkenswerte Einrichtung für die drahtlose Nachrichtenübermittlung und Navigation, die im folgenden kurz beschrieben sei.

Die Sender.

Für den drahtlosen Verkehr stehen der Luftschiffleitung ein Langwellensender und ein Kurzwellensender zur Verfügung.

Der *Langwellensender* umfasst das Wellenband von 575 m bis 2700 m (525 kHz bis 111 kHz). Es ist in vier Stufen mit genügender Ueberlappung der einzelnen Wellenbereiche aufgeteilt. Der Sender arbeitet mit Anodenspannungsmodulation. Die Telegraphie-Oberstrichleistung beträgt im Antennenkreis 200 W, während man bei Telephonie etwa 125 W Antennenleistung erhält.

Als Strahler verwendet man eine zweidrähtige Antenne von 120 m Länge, die mit Hilfe einer Motorwinde ein- und ausgefahren wird. Die Sende- und Empfangseinrichtung ist für einen Gegensprechverkehr über die gleiche Antenne eingerichtet. Beim Besprechen des Mikrophons schaltet sich der Sender selbsttätig ein. Setzt die Besprechung länger als eine halbe Sekunde aus, so wird auch der Sender selbsttätig abgeschaltet, so dass man über die Antenne das Gespräch empfangen kann.

Der an Bord vorhandene *Telefunken-Kurzwellensender* hat ebenfalls eine Telegraphie-Oberstrichleistung von 200 W. Sein Wellenbereich reicht von 17 bis 70 m (17 700 kHz bis 4280 kHz). Dieses Wellenband ist in zwei Bereiche unterteilt, die sich genügend weit überlappen. Auf der Welle 24 m gelang schon während der Probefahrt ein Verkehr auf eine Distanz von 7000 km nach Amerika.

Als Antenne dient ein Draht, der auf die notwendige Viertelwellenlänge mit Hilfe einer Haspel ein- und ausgefahren wird.

Für die vielen stromverbrauchenden Einrichtungen des Zeppelin-Luftschiffes wurde eigens eine Bordzentrale, die sog. E-Zentrale geschaffen. Dort wird mit Hilfe eines Verbrennungsmotors und einer Dynamomaschine die nötige elektrische Energie für die Beleuchtung des Schiffes, für den Betrieb der Sender, der Empfänger, der Peilgeräte und die für die elektrische Küche nötige Energie erzeugt.

Die Empfänger.

Für den Empfang der Lang- und Kurzwellensendungen stehen an Bord des LZ 129 zwei Stück des bekannten Tele-

funken-Allwellenempfängers zur Verfügung. Das Gerät ist ein Zweikreis-Vierröhren-Geradeausempfänger mit einem Wellenbereich von 15 m bis 20 000 m, der in 10 Stufen unterteilt ist. Das Umschalten von einem Wellenbereich auf den andern kann sehr schnell und bequem erfolgen, da die Spulen am Umfang einer Metallscheibe angeordnet sind, die durch Handgriffe in die gewünschte Stellung gedreht werden kann. Wie schon vorhin erwähnt, sind die Sende- und Empfangseinrichtungen für Gegensprechverkehr eingerichtet. Der Langwellen- und Kurzwellensender sind mit je einem Allwellenempfänger an eine gemeinsame Antenne geschaltet. Der Anschluss der Empfänger erfolgt über einen Kondensator und eine Glimmstrecke.

Die Heiz- und Anodenspannungen für die Empfänger werden Batterien entnommen. Selbstverständlich können die Batterien während der Fahrt vom Bordnetz aus aufgeladen werden.

Die Funk-Navigations-Einrichtung.

Es dürfte allgemein bekannt sein, dass man die elektromagnetischen Wellen auch zur Navigation verwendet. Die Industrie hat im Laufe der letzten Jahre Geräte und Einrichtungen geschaffen, mit denen man an Bord von Schiffen und Flugzeugen Standortsbestimmungen vornimmt und den Kurs für die Fahrt festlegt. Flugzeuge haben Anlagen, mit deren Hilfe sie bei trübem und schlechtem Wetter sicher landen können. Auch das neue Luftschiff LZ 129 wurde selbstverständlich mit solchen Einrichtungen ausgestattet. Es erhielt den bekannten Zielflug-Peilempfänger von Telefunken und ausserdem zwei Zielfahrtempfänger der D. V. G. Diese drei Geräte erfüllen für das Luftschiff die vorhin genannten Aufgaben. Zu den Empfängern gehören je ein grosser und ein kleiner Peilrahmen, die am Bug des Schiffsrumpfes befestigt sind, ferner zwei Hilfsantennen und zwei Zielkursanzeige-Instrumente. Der Zielflug-Peilempfänger (A) hat einen Wellenbereich von 300 bis 1800 m, während die beiden Zielfahrtempfänger (B und C) für einen Wellenbereich von 800 m bis 2000 m gebaut sind.

Der Zielflug-Peilempfänger A dient zur Ansteuerung von Zielsendern während der Reise. Ebenso kann man mit ihm durch Anpeilen von Sendern, deren Lage bekannt ist, Standortsbestimmungen des Luftschiffes vornehmen. Das Gerät wird also als normaler Zielfahrt-Peilempfänger benutzt.

Die beiden Zielfahrtempfänger B und C dagegen werden grundsätzlich nur bei Schlechtwetterlandungen eingesetzt.

Der grosse Peilrahmen ist über einen Zwischentransformator mit dem Peilempfänger A und dem Zielfahrtempfänger B verbunden. Der kleine Peilrahmen, der im Gegensatz zum grossen, aus zwei in einem bestimmten Abstand voneinander stehenden Stahlrohrringen besteht, ist mit dem zweiten Zielfahrtempfänger (C) gekoppelt. Zu beiden Seiten der Peilrahmen sind Ringe aus Metall angebracht. Sie heben die Rückstrahlwirkung des Luftschiffrumpfes auf den Peilrahmen auf.

Die Ausgänge der drei Empfänger sind auf zwei Zielkurs-Anzeige-Instrumente geschaltet. Jedes dieser Instrumente hat drei Zeiger, und jeder dieser Zeiger wird von einem der drei vorhandenen Peiler gesteuert. Beim Landen des Luftschiffes wird auf dem Flughafen eine Bodenorganisation, die aus drei Sendern besteht, eingesetzt. Diese drei Sender geben der Luftschiffleitung genaue Anweisungen, wie das Luftschiff den Boden ansteuern soll und wann die Landetaue abzuwerfen sind. Die Verständigung zwischen dem Luftschiffhafen und dem Zeppelin erfolgt also automatisch durch die erwähnten Zeigerinstrumente. *T. Pd.*

Sur la propagation des ondes de 150 à 2000 m de longueur.

321.396.11

Pour déterminer la «bande de fréquence» qu'on peut attribuer à une station d'émission, il faut connaître le champ électrique qu'elle produit à une distance déterminée. Aux conférences pour la réglementation des radio-communications de Madrid et de Lucerne, deux comités, présidés par le Dr Balthasar Van der Pol, ont été chargés de formuler les lois de propagation des ondes de 150 à 2000 mètres. Leurs rapports, fondés sur toutes les publications connues à ce jour, sur les documents inédits fournis par les experts des divers pays et les compagnies exploitantes, possèdent une valeur indiscutable. Voici le résumé des considérations principales de ces rapports avec les courbes qui les accompagnent.

1° Les courbes de champ sont toutes ramenées à une puissance de rayonnement de *un kilowatt*, en supposant la distribution classique du doublet de Hertz. Le champ doit être multiplié par $\sqrt{P}$ si la puissance rayonnée est de P kilowatts.

2° De *jour* (en été, vers midi), la propagation s'effectue sensiblement par rayonnement direct le long du sol. Les courbes de propagation des figures 1 et 2 sont relatives au rayonnement direct seul. Elles supposent une conductibilité moyenne de 10^{-13} c. g. s. e. m. pour la terre et de 10^{-11} c. g. s. e. m. pour la mer. Les champs sont donnés en millivolts efficaces par mètre.

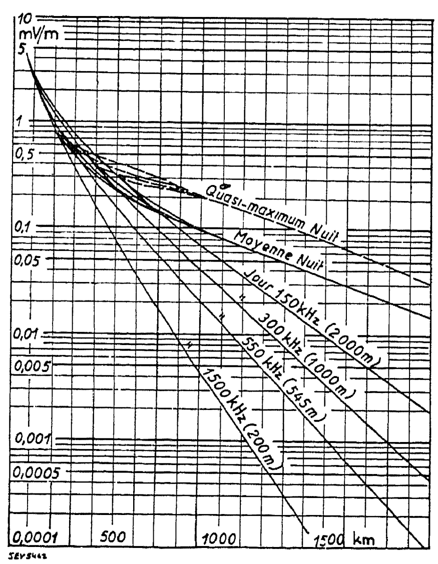


Fig. 1.
Mer, $\sigma = 10^{-11}$
pour 1 kW rayonné.
Madrid 1932.

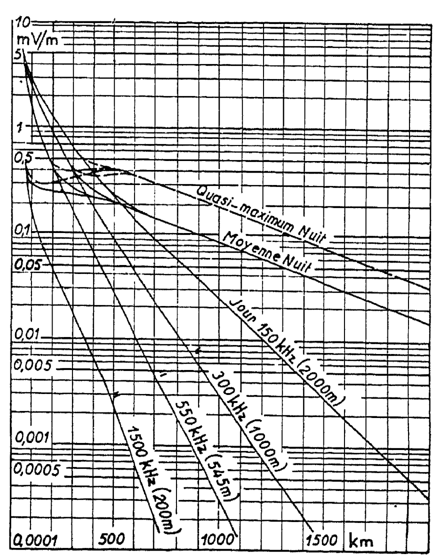


Fig. 2.
Terre, $\sigma = 10^{-13}$
pour 1 kW rayonné.
Madrid 1932.

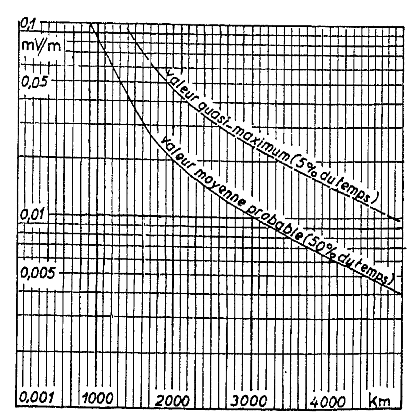


Fig. 3.
Terre et mer.
Fréquences de 150 à 1500 kHz
(2000 à 200 m).
Nuit.

« A d'autres heures du jour et en d'autres saisons, surtout en hiver et aux grandes distances, les valeurs effectivement mesurées de jour peuvent être comprises entre les valeurs «de jour» et celles «de nuit», indiquant que les conditions idéales de jour ne sont pas réalisées et qu'il existe une onde indirecte.»

3° De *nuit*, les champs sont beaucoup plus variables et leur intensité est définie par des notions de probabilité:

l'intensité «quasi-maximum» est telle qu'elle n'est dépassée que pendant 5 % du temps;

l'intensité «moyenne» ou probable est dépassée pendant 50 % du temps; ces définitions supposent une durée d'observation suffisamment prolongée.

Contrairement à la propagation de jour, les champs de nuit ne dépendent à première vue ni de la fréquence, ni de la nature du sol. (Fig. 1 et 2, courbes supérieures, jusqu'à 2000 km; fig. 3 jusqu'à 5000 km).

4° Quant à la précision des graphiques, il faut remarquer qu'ils n'indiquent que des moyennes. Les intensités mesurées peuvent varier du tiers au triple des valeurs indiquées.

Parmi les causes d'écart mentionnées par les experts, citons: les caractéristiques des antennes d'émission et la nature du terrain dans leur voisinage immédiat; les variations de la conductibilité du sol et les accidents de terrain; les conditions électriques de la haute atmosphère (ionosphère); l'influence de la position géographique des stations et de la ligne qui les joint par rapport au pôle magnétique; les saisons, l'activité solaire, etc. [— D'après les conférences de Madrid (1932) et de Lucerne (1933). Onde électr., mai 1934, p. 220. Voir aussi Bull. ASE t. 25 (1934), p. 348.] *G. J.*

Dr. h. c. D. Schindler-Huber.

Le 22 juillet, le doyen de nos membres d'honneur, Monsieur le D[r] h. c. *D. Schindler-Huber* a fêté son 80[e] anniversaire. L'ASE lui présente ses meilleurs vœux et lui souhaite de conserver longtemps encore sa grande fraicheur de corps et d'esprit.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Gesuch um eine Energieausfuhrbewilligung.

Das Elekrizitätswerk Basel stellt das Gesuch um Erneuerung der am 31. Oktober 1936 ablaufenden Bewilligung für die Ausfuhr von max. 1000 Kilowatt nach Frankreich, an die «Usine à Gaz et d'Electricité Huningue-St. Louis», für die Zeit vom 1. Novembre 1936 bis 31. Oktober 1940.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1934, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind bei der unterzeichneten Amtsstelle bis spätestens den 15. August 1936 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Energiebedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkt anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Energiebedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte dem Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen in Schaffhausen die Bewilligung Nr. 137, bis zu max. 2000 Kilowatt elektrischer Energie nach badischen Grenzgemeinden auszuführen. Die neue Bewilligung Nr. 137 tritt an Stelle der am 31. Dezember 1935 dahingefallenen Bewilligung Nr. 110, welche auf dieselbe Quote lautete und seinerzeit durch eine vorübergehende, bis 30. Juni 1936 gültige Bewilligung (V 70) ersetzt worden ist. Die Bewilligung Nr. 137 ist gültig bis 30. Juni 1956.

Literatur. — Bibliographie.

621.317.081 *Nr. 1269*

Uebersicht und Ableitung der elektrischen Maßsysteme. Von *M. Dénes.* Bogen 68·84 cm. Ernst Wurzel, Verlag, Zürich. Preis Fr. 3.50.

Die Tabelle soll die Zusammenhänge zwischen den Masssystemen klären und in erster Linie die Arbeit der Studierenden erleichtern. Da die Physik und theoretische Elektrotechnik die Gaußsche Schreibweise benützen, und weil das Gaußsche System eine gewisse Symmetrie zeigt, ist dieses als Ausgang gewählt. Durch Einführung von $\varepsilon_0\,\mu_0$ in die Einheiten und Formeln werden diese allgemein gültig und dienen als Uebergang in beliebige Systeme. — Der Klarlegung des Unterschiedes zwischen Dimensionen des CGS- und des üblichen elektrotechnischen Systems ist besondere Beachtung geschenkt.

338 *Nr. 1268*

Ueber Unternehmertum. Von *E. Sulzer-Ziegler.* Vortrag, gehalten im Jahre 1908, Flugschrift Nr. 1 der Genossenschaft «Werkzeitung der schweizerischen Industrie», Rheinsprung 24, Basel. Einzelpreis 50 Rp. Stufenweiser Rabatt (100 Ex. Fr. 20.— inkl. Porto).

Die «Werkzeitung der schweizerischen Industrie» hatte eine glückliche Hand, dass sie den glänzenden Vortrag «Ueber Unternehmertum», den Dr. Ed. Sulzer-Ziegler, der Erbauer des Simplon-Tunnels und Chef der Firma Gebrüder Sulzer, im Jahre 1908 den Winterthurer Werkmeistern gehalten hatte, ausgrub und nun in Form einer kleinen Broschüre der Allgemeinheit erneut zugänglich machte. Gerade heute, wo die Wirtschaft festgefahren ist und überall eingeengt und behindert wird, wirkt diese freudige, verantwortungsvolle Preisung des wirtschaftlichen und technischen Wagemutes erfrischend. Der Vortrag arbeitet das Wesen des wahren Unernehmertums und die grosse Mission des Unternehmers klar heraus und spricht allerlei aus, was weite Kreise nicht gern hören, aber heute mehr als je gehört und beherzigt werden sollte. Das Büchlein eignet sich sehr gut zur Abgabe an Arbeiter und Angestellte.

Neue Zeitschrift. Eine sehr gute, interessante Monatszeitschrift geben seit Anfang 1936 die N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, heraus. Sie trägt den Titel «*Philips' Technische Rundschau*» und enthält wissenschaftlich hochstehende Artikel aus dem Arbeitsprogramm dieser weltbekannten Unternehmung, aus deren Forschungslaboratorien so manche bedeutungsvolle Schöpfung hervorgegangen ist. Diese Zeitschrift wird auch in unserer «Zeitschriften-Rundschau» bearbeitet. Sie kann bezogen werden durch die Philips-Lampen A.-G., Zürich.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

(Suite à la page 435.)

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	− 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	− 28	− 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	− 34	− 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	− 103	− 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	− 46	− 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	− 47	− 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	− 10	104,4	119,2
Mai	368,7	388,5	0,2	0,2	9,0	7,0	—	—	377,9	395,7	+ 4,7	318	438	+ 67	+ 47	122,4	138,6
Juin	334,0		0,4		8,1		—		342,5			455		+ 137		117,2	
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Mai . .	**2865,4**	**3103,7**	8,8	7,3	25,1	26,8	13,6	4,2	**2912,9**	**3142,0**	+ 7,9					796,2	951,3

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		Différence par rapport à l'année précédente[5])
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1	21,1	23,1	35,6	17,7	16,8	52,4	44,2	214,8	216,6	253,3	257,3	+ 1,6
Mai	94,3	93,6	46,0	43,4	21,2 (6,0)	23,7 (3,4)	23,6 (23,6)	32,6 (32,6)	17,3	16,9	53,1 (10,5)	46,9 (3,3)	215,4	217,8	255,5 (40,1)	257,1 (39,3)	+ 0,6
Juin	85,7		43,0		19,2		20,6		17,1		39,7		199,4		225,3		
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**2125,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Mai . .	859,0	856,3	376,4	355,9	145,9 (33,5)	158,5 (32,6)	146,0 (146,0)	260,9 (260,9)	172,4	167,4	417,0 (42,4)	391,7 (15,7)	**1894,8**	**1881,5**	**2116,7** (221,9)	**2190,7** (309,2)	+ 3,5 (+ 39,3)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

2) Chaudières à électrodes.

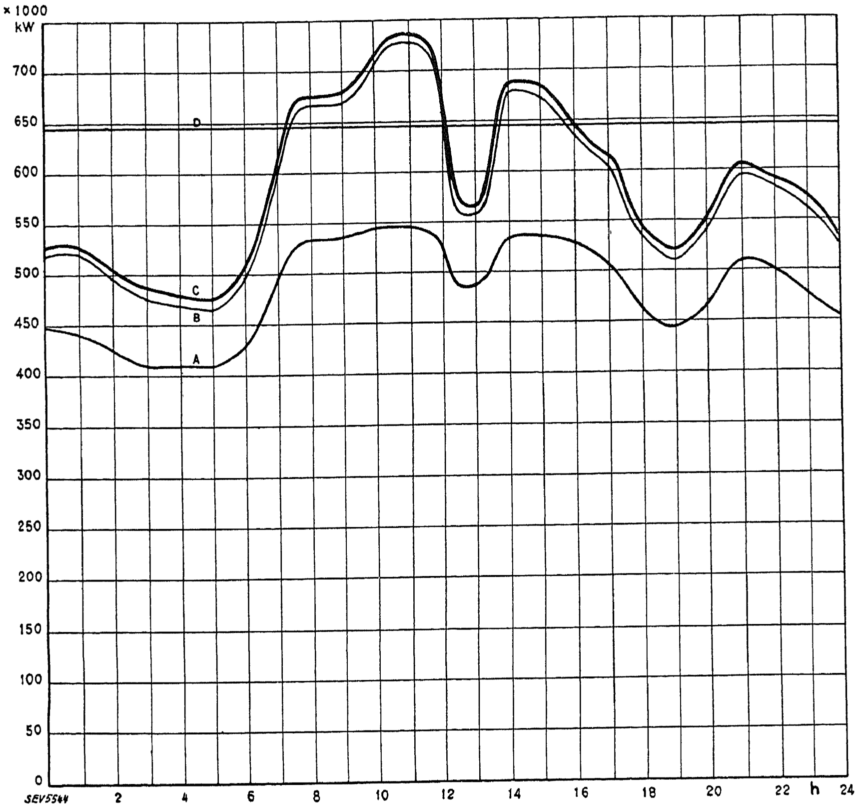
3) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

4) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

5) Concerne les colonnes 16 et 17.

6) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 13 mai 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	646
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1301

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

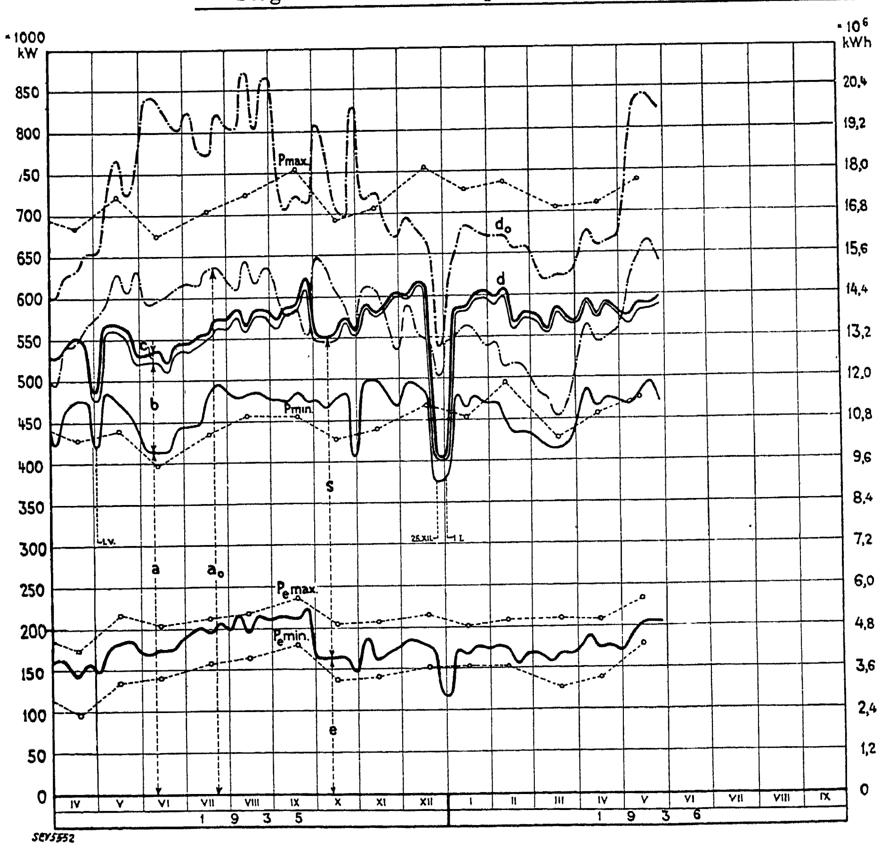
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,5
Usines à accumulation saisonnière . .	2,4
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 13 mai 1936 . .	13,9
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 13 mai 1936	14,1
Production, samedi le 16 mai 1936 . .	12,2
Production, dimanche le 17 mai 1936 . .	9,3

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à mai 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)
a_0 Usines au fil de l'eau
d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*
a Usines au fil de l'eau
b Usines à accumulation saisonnière
c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation
d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*
s dans le pays
e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*
P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément
$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

par les règlements internationaux, conviennent parfaitement pour le trafic à petite distance dans une région montagneuse. Les ondes plus courtes de 40 et 20 m ont une portée de propagation directe trop réduite (quelques km), et présentent d'autre part des zônes de silence qui s'étendraient sur notre pays lui-même.

Des deux ondes de 160 et 80 m, la seconde semble la plus pratique; les bobinages des circuits sont plus réduits et l'antenne demi-onde n'a que 35 m environ de longueur.

Quant à la question de la stabilisation de la fréquence d'émission, elle est résolue de la façon la plus simple par l'emploi d'un quartz piézo-électrique. On nomme ainsi une lame de quartz, convenablement taillée dans un cristal naturel et qui possède la remarquable propriété, découverte par Curie, de vibrer mécaniquement et électriquement dans certaines conditions et à une fréquence déterminée en première approximation par la seule épaisseur de la lame. Ces fréquences sont d'ailleurs très élevées, de l'ordre de $3 \cdot 10^6$ pér./s pour une lame de 1 mm d'épaisseur. Or ces fréquences correspondent exactement à la gamme des ondes courtes. Il suffit dès lors d'insérer un cristal piézo-électrique dans le circuit d'un tube oscillateur pour stabiliser la fréquence de celui-ci à une valeur quasi-constante, tout à fait indépendante des variations accidentelles des constantes d'antenne, des tensions d'alimentation, ou encore des capacités dues à l'opérateur.

C'est sur ces bases que nous avons construit en 1933 et 1934 un premier appareillage émetteur et récepteur radiotélégraphique sur onde de 83 m environ. Des essais faits dans le Jura et aux Dents-du-Midi nous conduisirent à modifier certaines dispositions et à construire en 1935 un nouvel appareil dont la description peut présenter quelqu'intérêt.

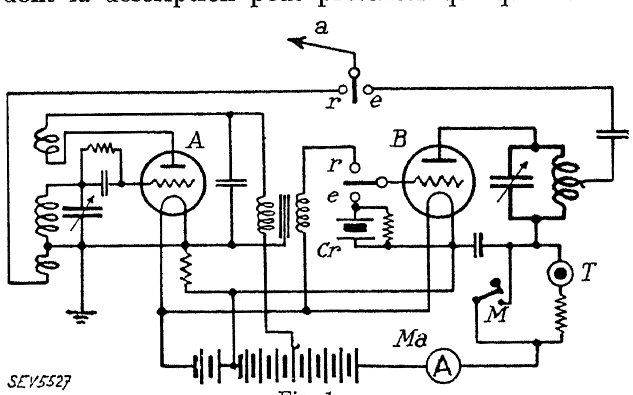
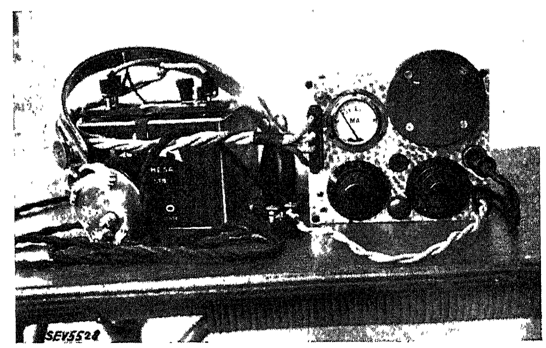


Fig. 1.
Schéma d'une station radiotélégraphique émettrice-réceptrice portative.
(r = position réception; e = position émission.)

L'émetteur est du type classique à circuit d'anode accordé; il comporte un seul tube indiqué en B sur la figure 1; le circuit oscillant est inséré directement dans l'alimentation de l'anode, tandis que le quartz piézo-électrique Cr est intercalé dans le circuit de grille, avec sa résistance de fuite. Un milliampèremètre Ma permet de contrôler le fonctionnement correct du tube, grâce à la brusque diminution du courant anodique que provoque l'oscillation spontanée du cristal. Les signaux sont donnés au moyen du manipulateur M.

Le tube employé est du type amplificateur basse fréquence, Philips B 406 ou Telefunken RE 134 par exemple.

La tension anodique peut être choisie à volonté entre 24 et 150 V; la puissance dans le circuit anodique varie alors de 0,1 à 2,5 W environ.


Fig. 2.
Station radiotélégraphique portative, en ordre de marche.

L'antenne demi-onde est reliée à un point déterminé de la bobine de plaque par l'intermédiaire d'un condensateur qui supprime toute tension continue dans l'aérien.

Le récepteur est du type classique également, détectrice à réaction suivie d'un étage d'amplification basse fréquence. L'antenne d'émission est commutée sur un enroulement de quelques spires couplées avec la bobine de grille de la lampe détectrice A. La particularité de notre montage réside dans le fait que c'est le tube oscillateur d'émission qui sert de lampe amplificatrice. A cet effet, la grille du tube B est reliée tantôt à l'élément cristal-résistance de fuite, tantôt à l'enroulement secondaire du transformateur de liaison. Le casque téléphonique est inséré dans le circuit anodique du tube B, en parallèle avec le manipulateur. Une résistance de 20 000 ohms en série avec les téléphones empêche l'amorçage du tube émetteur lorsque le manipulateur est levé. Le tube détecteur est alimenté sous une tension anodique indépendante de celle qui est appliquée au tube émetteur.

Les deux lampes, les deux circuits oscillants et les accessoires sont montés à l'intérieur d'une boîte d'aluminium mesurant 95×115×125 mm. La face avant porte les cadrans des deux condensateurs d'accord, le commutateur émission/réception, le bouton de réaction, le milliampèremètre et les prises du cristal, du casque, du manipulateur et du cordon d'alimentation, ainsi que la borne d'antenne. Voici à titre d'indication le poids des différents éléments:

Appareil émetteur/récepteur, avec casque, cristal, manipulateur et cordon	1250 g
Batteries de piles sèches 60 et 4 V	2150 g
Antenne (fil GS 34 m), isolateurs et rouet	500 g
Poids total	3900 g

La figure 2 montre l'aspect extérieur de la station en ordre de marche. Tout cet ensemble prend place aisément dans les sacs de montagne de deux alpinistes, en plus du matériel ordinaire d'excursion. Il représente donc une surcharge tout à fait admissible pour une caravane.

L'appareillage n'est prévu que pour l'émission télégraphique, mais peut naturellement recevoir les messages radiotéléphoniques. Il est certain que la

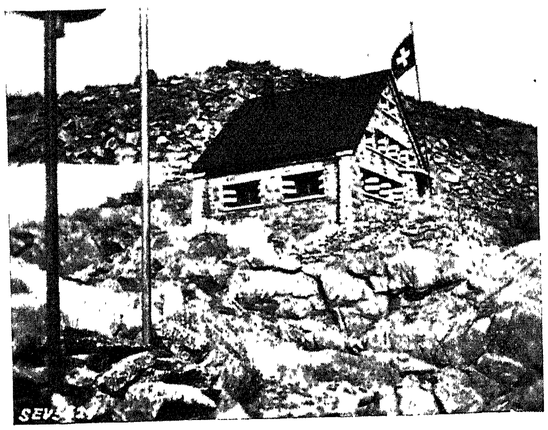


Fig. 3.
La cabane du Trient, où fut expérimentée la station fig. 2.

radiotéléphonie dispense les opérateurs de connaître l'alphabet Morse, mais cet avantage est compensé par un réglage plus délicat à l'émission et à la réception, une influence gênante plus grande des parasites atmosphériques et surtout une moindre portée à puissance égale.

C'est avec l'appareil décrit ci-dessus que l'auteur de cette note a effectué en juillet 1935 une série d'expériences à la cabane du Trient (3180 m), avec la collaboration de M. Robert Luthi, Dr es-sciences, de Genève. Pendant les 4 jours de l'expédition, la petite station nous a permis de rester en communication régulière avec les stations expérimentales de Genève, Lausanne, Yverdon, Chésières et la Lenk. Au total, 28 communications eurent lieu, à des distances variant de 34 à 91 km. En outre, nous reçumes chaque jour également, les messages météorologiques synoptiques établis quotidiennement par l'Office national météorologique français, et transmis sur l'onde de 73,5 m par le poste de la Tour Eiffel. Ces renseignements nous permettaient de tracer la carte barométrique de l'Europe, d'après laquelle nous pouvions établir une prévision du temps.

Enfin, lors d'une ascension à l'Aiguille du Tour (3648 m), l'auteur, ayant installé sa station au sommet, put entrer en conversation pendant 3/4 d'heure avec une station expérimentale de Genève.

En effectuant ces expériences, nous n'avons évidemment pas la prétention d'avoir résolu le problème dont nous avons déjà dit, au surplus, qu'il comporte en réalité nombre de solutions. Nous avons toutefois montré que des résultats déjà très intéressants pour l'alpinisme peuvent être obtenus dès maintenant au moyen d'appareils relativement simples et peu coûteux. Aussi ces essais ont-ils attiré l'attention du Club alpin suisse, que préoccupe à juste titre tout ce qui touche à la sécurité en montagne, et il est à souhaiter que des études systématiques soient entreprises dans la voie que nous avons eu le privilège de tracer dans notre pays.

Stromwandler zur Speisung von Selektivschutzrelais.

Von *W. Brügger*, Wettingen.

621.314.224.08

Diese Arbeit erläutert die Bedingungen, welche Stromwandler, die zur Speisung von im Ueberstromgebiet arbeitenden Relais dienen, erfüllen müssen. Die Ueberstromziffer und ihre Kontrolle werden einer genauen Prüfung unterworfen. Es wird festgestellt, dass sie einen Stromwandler für obige Bedingungen zu wenig präzis charakterisiert. Zum Schluss wird ein Vorschlag für eine neue Stromwandlerklasse, welche die Fehler bis ins Ueberstromgebiet begrenzt, unterbreitet.

L'auteur expose les conditions que doivent remplir les transformateurs d'intensité qui alimentent des relais travaillant dans la zone des surintensités. Le coefficient de surcharge et son contrôle sont soumis à un examen attentif. Il en résulte que ce coefficient est insuffisant pour caractériser un transformateur d'intensité fonctionnant aux conditions énoncées ci-dessus. L'auteur propose finalement de créer une nouvelle classe de transformateurs, pour laquelle les erreurs sont limitées jusque dans la zone de surcharge.

A. Einleitung.

In der Schweizerischen Vollziehungs-Verordnung vom 23. Juni 1933 über die amtliche Prüfung von Elektrizitäts-Verbrauchsmessern, Art. 23, sind die Strom- und Winkelfehler-Grenzen angegeben, innerhalb derer ein systemfähiger Stromwandler sein muss. Diese Vorschriften beschäftigen sich nur mit dem Leerlauf-Vollastgebiet des Stromwandlers, d. h. mit dem Bereich von 10 % bis 120 % des Nennstromes. Mit den Regeln der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) verhält es sich gleich. Andere Staaten besitzen mehrere Genauigkeitsklassen, die den Forderungen an Stromwandler für verschiedene Anwendungsgebiete angepasst sind. Alle diese Vorschriften, sogar die Genauigkeitsklassen für Relaisspeisung, gehen nicht oder nur wenig über das Leerlauf-Vollast-Gebiet des Stromwandlers hinaus.

In vielen Anwendungsfällen ist es wesentlich, dass die Stromwandler auch im Strombereich, der den Nennstrom erheblich überschreitet, mit erträglichen Fehlern arbeiten. Als Beispiel nennen wir die Speisung von Distanz-, Richtungs- und Differential-Relais. Die Kenntnis der Fehlercharakteristik der Stromwandler bei Ueberstrom ist beim Differentialschutz von Transformatoren besonders wichtig, da

hier Stromwandler verschiedener Nennspannung, d. h. verschiedener Konstruktion und somit im allgemeinen voneinander abweichender Fehlercharakteristiken zusammen arbeiten müssen; bei Kurzschlüssen im Netz, Störungen, auf die der Differenzialschutz nicht reagieren sollte, besteht hier die Gefahr, dass infolge ungleicher Wandlerfehler ein Differenzstrom durch das Relais fliesst und ein unerwünschtes Ansprechen des Schutzes verursacht. Dies kann eine unnötige, zeitraubende Untersuchung des Transformators, verbunden mit dem gefürchteten Betriebsunterbruch zur Folge haben.

B. Die Ueberstromziffer.

Der bis heute einzige offizielle Versuch, das Verhalten der Stromwandler im Ueberstromgebiet zu kennzeichnen, wurde in den Regeln für Wandler des VDE (REW/1932) durch die Einführung des Begriffes der Ueberstromziffer gemacht. Mit Rücksicht auf die Beachtung, welche die VDE-Regeln auch bei uns finden, dürfte es nicht überflüssig sein, einige Beziehungen näher zu beleuchten, welche bei der Anwendung dieser Grösse berücksichtigt werden müssen. Die Definition der Ueberstromziffer lautet:

«Die Ueberstromziffer *n* ist bei Stromwandlern das Vielfache des Nenn-Primärstromes, bei dem bei Nennbürde ohne Rücksicht auf den Leistungsfaktor der Stromfehler 10 % ist.»

Die Ueberstromziffer gilt somit für den mit seiner Nennbürde belasteten Stromwandler. Das Vielfache des Primär-Nennstromes, welches bei beliebiger Belastung zu einem Stromfehler von 10 % führt, soll nach dem offiziellen Kommentar daraus umgekehrt proportional zur jeweiligen Leistung berechnet werden können. Eine entsprechend einfache Beziehung wird für die Messung der Ueberstromziffer angegeben. Aus der Arbeit von E. Billig [1]), Berlin, kann man schon ableiten, dass diese Angaben nur für die Fälle zutreffen, in denen die sekundäre Eigen-Impedanz der Stromwandler gegenüber ihrer Nennbürde vernachlässigt werden kann. Auf diese Zusammenhänge soll im folgenden näher eingegangen werden.

I. Bestimmung der Ueberstromziffer bei primärseitigem Speisen des Stromwandlers.

In den folgenden Gleichungen bedeuten:

A Windungsabgleichung in %.
f Stromfehler in %.
I_1 Primärstrom.
I_2 Sekundärstrom.
I_{1N} Primär-Nennstrom.
I_{01} Leerlaufstrom des Stromwandlers bei normaler Speisung.
I_{2S} Sollwert des Sekundärstromes.
I_{2N} Sekundär-Nennstrom.
I_{02} Leerlaufstrom bei sekundärer Speisung des Stromwandlers.
n Ueberstromziffer.
$\ddot{u}_N$ Nenn-Uebersetzungsverhältnis.
E_2 Induzierte Spannung in der Sekundärwicklung.
U_2 Sekundäre Klemmenspannung bei Normalbetrieb des Stromwandlers.
U_2' An die Sekundärklemmen anzulegende Spannung für die Kontrolle der Ueberstromziffer.
Z_a Aeussere Impedanz.
Z_2 Impedanz der Sekundärwicklung.
w_1 Windungszahl der Primärwicklung.
w_2 Windungszahl der Sekundärwicklung.

Unter Stromfehler eines Stromwandlers versteht man die prozentuale Abweichung des Sekundärstromes von seinem Sollwert. Die Grösse dieses Stromfehlers ist von folgenden Faktoren abhängig: Von der Impedanz und vom Leistungsfaktor im ganzen sekundären Stromkreis, d. h. vom Magnetisierungs- und Eisenverlust-Strom und ihrer Richtung relativ zum Sekundärstrom, sowie von der jeweils vorgenommenen Windungsabgleichung. Bei gegebener sekundärer Impedanz eines bestimmten Stromwandlers erhält man dann den grössten Stromfehler, wenn der Leerlaufstrom I_0 in Phase mit dem Sekundärstrom I_2 ist. Diesen Fall müssen wir bei der Bestimmung der Ueberstromziffer berücksichtigen.

Wenn der Stromwandler entsprechend der Bedingung für die Ueberstromziffer —10 % Stromfehler hat, so heisst das, dass sein Sekundärstrom I_2 nur 90 % von seinem Sollwert I_{2S} beträgt. Es gilt dann die Beziehung:

$$I_2 = 0{,}9 \cdot I_{2S} = 0{,}9 \cdot n \cdot I_{2N}$$

Für den Leerlaufstrom erhält man:

a) *Wenn die Windungsabgleichung $A = 0$ ist*

$$f = \frac{I_2 - n \cdot I_{2N}}{n \cdot I_{2N}} \cdot 100 = \frac{-I_{02}}{n \cdot I_{2N}} \cdot 100 = -10\,\%$$

und daraus den zulässigen Leerlaufstrom auf die Sekundärwicklung umgerechnet zu:

$$I_{02} = \frac{n}{10} \cdot I_{2N} \qquad (1)$$

b) *Bei einer Windungsabgleichung von A%.*

Man setzt statt der Ströme die entsprechenden Werte der primären und sekundären Ampèrewindungen, was den physikalischen Vorgängen genau entspricht. Es gelten folgende Beziehungen:

$$\frac{I_{1N}}{I_{2N}} = \ddot{u}_N; \quad w_1 = \frac{1}{\ddot{u}_N} \cdot \frac{w_2}{1 - \frac{A}{100}}$$

$$f = \left(\frac{I_2 w_2 - I_1 w_1}{I_1 w_1} \cdot 100 + A\right) \cdot \frac{1}{1 - \frac{A}{100}}$$

Nun ist aber:

$$I_1 w_1 - I_2 w_2 = I_{01} \cdot w_1 = I_{02} \cdot w_2$$

Diese Werte in die Gleichung für den Stromfehler eingesetzt ergibt:

---
[1]) Bull. SEV 1934, Nr. 14.

$$f \cdot \left(1 - \frac{A}{100}\right) = \frac{I_{01} \cdot w_1}{I_1 w_1} \cdot 100 + A$$
$$= \frac{-I_{02} \cdot \left(1 - \frac{A}{100}\right)}{n \cdot I_{2N}} \cdot 100 + A$$

Daraus erhält man für den Leerlaufstrom, bezogen auf den Sekundärstromkreis, wenn für $f = -10\,\%$ gesetzt wird:

$$I_{02} = \frac{10 + 0{,}9 \cdot A}{100 - A} \cdot n \cdot I_{2N} \tag{2}$$

Stellt man die Gleichungen (1) und (2) einander gegenüber, so erkennt man, das der für die Bedingungen der Ueberstromziffer zulässige Leerlaufstrom durch die Windungsabgleichung eine Vergrösserung erfährt.

In Fig. 1 ist das vollständige Diagramm eines Stromwandlers dargestellt. Der Leistungsfaktor der sekundären Belastung wurde so gewählt, dass die Leerlauf-Ampèrewindungen $I_{01}\,w_1$ in Phase mit den sekundären Ampèrewindungen $I_2\,w_2$ liegen. Dieser Spezialfall wurde deshalb herausgegriffen, weil er den grössten Stromfehler, also die kleinste Ueberstromziffer ergibt. Wie das Diagramm zeigt, setzt sich die sekundär induzierte Spannung E_2 aus dem äusseren Spannungsabfalle entsprechend der nützlichen Sekundärimpedanz und dem Spannungsabfall in der Sekundärwicklung entsprechend der Eigenimpedanz zusammen. Der prozentuale Anteil der Eigenimpedanz kann je nach der Konstruktion des Stromwandlers und der Grösse der Nutzimpedanz einen beträchtlichen Betrag der gesamten sekundären Impedanz ausmachen.

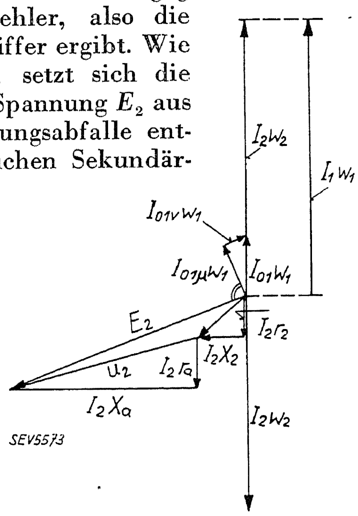


Fig. 1.
Normales Stromwandlerdiagramm.

Für die einzelnen Spannungsvektoren gelten folgende Gleichungen, welche streng genommen Vektorgleichungen sind; *wir wollen aber der Einfachheit halber voraussetzen, dass Z_a und Z_2 in Phase seien* und daher alle Gleichungen in der gewöhnlichen algebraischen Form schreiben.

Gesamte induzierte Spannung:

$$E_2 = I_2 \cdot (Z_a + Z_2)$$

Für die Bedingungen der Ueberstromziffer beträgt der Sekundärstrom nur 90 % seines Sollwertes und somit die induzierte Spannung:

$$E_2 = 0{,}9 \cdot n \cdot I_{2N} \cdot (Z_a + Z_2) \tag{3}$$

Aeussere nützliche Spannung:

$$U_2 = E_2 - I_2 \cdot Z_2 = 0{,}9 \cdot n \cdot I_{2N} \cdot Z_a \tag{4}$$

Messtechnisch ist die Bestimmung der Ueberstromziffer, wenn sie grosse Werte annimmt, bei primärseitiger Speisung des Wandlers schwierig, weil die zulässige Messzeit mit Rücksicht auf die Erwärmung sehr kurz ist. Aus diesem Grunde wurde nach andern Messmethoden gesucht.

II. Kontrolle der Ueberstromziffer durch sekundärseitiges Speisen des Stromwandlers bei offener Primärwicklung.

Diese Messmethode liefert dann das Resultat, das sich beim normal arbeitenden Stromwandler ergibt, wenn sämtliche Faktoren, welche die Ueberstromziffer, d. h. den Leerlaufstrom und die Induktion beeinflussen, im richtigen Sinne berücksichtigt werden. Es seien folgende Fälle betrachtet:

a) *Die Eigenimpedanz und die Windungsabgleichung seien 0.*

In diesem vereinfachten Falle rechnet man den zulässigen Leerlaufstrom nach Gl. (1). In Gl. (4) fällt das Glied mit dem Faktor Z_2 weg; d. h. aber, dass die induzierte Spannung E_2 und die äussere sekundäre Klemmenspannung U_2 gleich gross sind.

$$U_2 = E_2 = 0{,}9 \cdot n \cdot I_{2N} \cdot Z_a \tag{5}$$

Für die magnetische Sättigung und den Leerlaufstrom ist es somit gleichgültig, ob der Stromwandler primärseitig erregt werde und bei angeschlossener Sekundärimpedanz die Klemmenspannung U_2 erzeugt, oder ob bei offener Primärwicklung die Spannung $U_2' = U_2$ an die Sekundärklemmen angelegt wird. Speist man den Stromwandler von der Sekundärseite aus mit dieser Spannung U_2', welche nach Gl. (5) mit der festgelegten Nennleistung $(I_{2N}^2 \cdot Z_a)$ und der festgelegten Ueberstromziffer n errechnet wird, so muss der Leerlaufstrom I_{02} der Gl. (1) genügen.

Die Werte, welche man für die sekundär anzulegende Spannung und den dabei zulässigen Leerlaufstrom erhalten hat, sind identisch mit denjenigen, welche in den Erläuterungen zu den REW/1932 angegeben werden.

b) *Die Eigenimpedanz sei 0, die Windungsabgleichung sei A %.*

Bei diesen Annahmen sind die induzierte Spannung E_2 und die sekundäre Klemmenspannung U_2 einander gleich wie im vorhergehenden Abschnitt. Der Leerlaufstrom I_{02} muss aber nach Gl. (2) gerechnet werden. Speist man den Stromwandler sekundärseitig mit der Spannung $U_2' = U_2$, die man nach Gl. (5) rechnet, so darf der Leerlaufstrom den Wert nach Gl. (2) haben. Die Windungsabgleichung hat zur Folge, dass der Leerlaufstrom

$$\frac{10 + 0,9 \cdot A}{100 - A} \cdot 10 \qquad (2a)$$

mal grösser sein darf als beim Stromwandler ohne Windungsabgleichung. In Tabelle I ist dieser Faktor für verschiedene Werte von A angegeben:

Tabelle I.

Windungsabgleichung A %	$\frac{10 + 0,9 \cdot A}{100 - A} \cdot 10$
1	1,1
2	1,2
5	1,53
10 .	2,12

Der Faktor, mit dem die Ueberstromziffer multipliziert werden darf, ist im allgemeinen kleiner als die in dieser Tabelle angegebenen Werte, da der Stromwandler im Ueberstromgebiet meistens ziemlich gesättigt ist, der Leerlaufstrom also schneller zunimmt als die Induktion und die ihr proportionale Ueberstromziffer.

c) *Die Eigenimpedanz sei Z_2, die Windungsabgleichung sei 0.*

Die induzierte Spannung E_2 und die Klemmenspannung U_2 sind nicht gleich gross. Für primärseitige Speisung des Stromwandlers ist das Spannungsdiagramm in Fig. 1 angegeben; E_2 ist um den Betrag $0,9 \cdot n \cdot I_{2N} \cdot Z_2$ grösser als U_2.

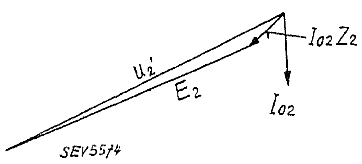


Fig. 2.
Stromwandlerdiagramm bei sekundärseitiger Speisung und offener Primärwicklung.

Bei sekundärseitiger Speisung des Stromwandlers erhält man, wie Fig. 2 zeigt, ein ganz anderes Bild. Den zulässigen Leerlaufstrom I_{02} rechnet man für $A = 0$ nach Gl. (1). Um die gleichen Sättigungsverhältnisse zu erhalten wie beim Normalbetrieb des Stromwandlers, muss die von aussen angelegte Spannung U'_2 grösser als U_2, sogar grösser als das nach Gl. (3) gerechnete E_2 sein, und zwar um den Spannungsabfall, welchen der Leerlaufstrom I_{02} in der Sekundärwicklung des Stromwandlers erzeugt. Dabei ist zu beachten, dass die sekundäre Streureaktanz bei offener Primärwicklung nicht den gleichen Wert hat wie beim normal betriebenen Stromwandler, sondern je nach Konstruktion um einen Faktor k verschieden sein kann. Für die zur Kontrolle der Ueberstromziffer n an den Sekundärklemmen des Stromwandlers anzulegende Spannung U'_2 erhält man die Gleichung

$$U_2' = E_2 + I_{02} \cdot Z_2 \cdot k$$

Für die weitere Untersuchung wird die Annahme gemacht, dass $k = 1$ sei; es gilt

$$U_2' = 0,9 \cdot n \cdot I_{2N} \cdot (Z_a + Z_2) + \frac{n}{10} \cdot I_{2N} \cdot Z_2$$

$$U_2' = n \cdot I_{2N} \cdot (0,9 \cdot Z_a + Z_2) \qquad (6)$$

Wenn man die Gl. (5) und (6) betrachtet, so erkennt man, dass die tatsächliche Ueberstromziffer nur

$$\frac{0,9 \cdot Z_a}{0,9 \cdot Z_a + Z_2} \qquad (6a)$$

mal so gross ist als der Wert, welcher unter Vernachlässigung der Eigenimpedanz gerechnet wurde. In Tabelle II ist dieser Faktor für einige Werte von $\frac{Z_2}{Z_a}$ angegeben. (Es sei wiederholt, dass Z_a und Z_2 als in Phase liegend angenommen sind.)

Tabelle II.

$\frac{Z_2}{Z_a}$	$\frac{0,9 \cdot Z_a}{0,9 \cdot Z_a + Z_2}$
0	1
0,1	0,9
0,2	0,818
0,5	0,643
1	0,474

d) *Die Eigenimpedanz sei Z_2, die Windungsabgleichung sei A %.*

Diese Annahmen entsprechen den allgemeinen Bedingungen eines Stromwandlers. Es gelten die gleichen Ueberlegungen wie bei der Annahme c) mit dem einzigen Unterschied, dass der zulässige Leerlaufstrom I_{02} nach Gl. (2) berechnet werden muss. Man erhält für die an die sekundären Klemmen des Stromwandlers anzuschliessende Spannung die Gleichung

$$U_2' = n \cdot I_{2N} \cdot \left[0,9 \cdot Z_a + Z_2 \left(0,9 \cdot \frac{10 + 0,9 \cdot A}{100 - A}\right)\right] \qquad (7)$$

Die Spannung, welche man bei Vernachlässigung der Eigenimpedanz und der Windungsabgleichung erhält, ist nur

$$\frac{0,9 \cdot Z_a}{0,9 \cdot Z_a + Z_2 \cdot \left(0,9 + \frac{10 + 0,9 \cdot A}{100 - A}\right)} \qquad (7a)$$

mal so klein; der Strom dagegen, welcher beim Anlegen der Spannung nach Gl. (7) auftreten darf, ist nach Gl. (2a) $\frac{10 + 0,9 \cdot A}{100 - A} \cdot 10$mal grösser als bei Windungsabgleichung 0. Sowohl die anzulegende Spannung als auch der zulässige Leerlaufstrom sind grösser als im einfachsten Falle nach Annahme a). Bei gegebener Abgleichung gibt es einen ganz bestimmten Wert für Z_2, bei welchem die Ueberstromziffer den gleichen Wert hat wie beim entsprechenden Stromwandler ohne Windungsabgleichung und ohne Eigenimpedanz. Bei den sogenannten starken Stromwandlern (Stromwandler mit grosser Nenn-Ampèrewindungszahl) treten aber 10 % Stromfehler erst dann auf, wenn der Eisenkern stark gesättigt ist, mit andern Worten, wenn trotz wesentlicher Vergrösserung des Leerlaufstromes die EMK nur

wenig mehr zunimmt. Die Ueberstromziffer ist hier ausschliesslich durch die Sättigung des Eisens gegeben. Da solche Stromwandler im allgemeinen ziemlich grosse Eigenimpedanz haben, muss die theoretische Ueberstromziffer entsprechend Annahme a) mit dem Faktor 7a) multipliziert werden.

Aus diesen Betrachtungen folgt, dass die sekundärseitige Messung der Ueberstromziffer eines Stromwandlers nach den Angaben in den Erläuterungen zu den REW/1932 je nach der Grösse der Windungsabgleichung und der sekundären Eigenimpedanz einen Wert gibt, welcher erheblich von der tatsächlichen Ueberstromziffer n abweichen kann. Will man diese genau bestimmen, so müssen die Windungsabgleichung und die sekundäre Eigenimpedanz bei Normalbetrieb des Stromwandlers und bei offener Primärwicklung bekannt sein und berücksichtigt werden.

III. Ueberstromziffer bei beliebiger Sekundärleistung.

Die schon erwähnten Erläuterungen zu den REW/1932 sagen aus, dass das Produkt Ueberstromziffer × Sekundärleistung bei einem Stromwandler konstant sei, also

$$n_1 \cdot Z_{a1} = n_2 \cdot Z_{a2} = n_3 \cdot Z_{a3} = \cdots$$

Aus dem Bisherigen erkennt man ohne weiteres, dass diese einfache Beziehung nur für den Stromwandler gilt, der keine sekundäre Eigenimpedanz aufweist. Wenn man die Impedanz Z_2 der Sekundärwicklung berücksichtigt, so erhält man folgende Beziehung zwischen der äusseren Impedanz Z_a und der Ueberstromziffer n:

$$n_1 \cdot (Z_2 + Z_{a1}) = n_2 \cdot (Z_2 + Z_{a2}) = \cdots$$

und daraus

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_2 + Z_{a1}}{Z_2 + Z_{a2}}$$

Es sei z. B. $Z_2 = Z_{a2}$; $Z_{a1} = 2\,Z_{a2}$. Bei Vernachlässigung der Eigenverluste des Stromwandlers ist $n_2 = 2\,n_1$, während die tatsächliche Ueberstromziffer bei einer Belastung Z_{a2} nur

$$n_2 = \frac{Z_{a2} + 2\,Z_{a2}}{Z_{a2} + Z_{a2}} \cdot n_1 = 1{,}5 \cdot n_1 \text{ ist.}$$

Die Umrechnung der Ueberstromziffer für beliebige Sekundärleistung könnte dadurch erleichtert werden, dass man ihren Wert allgemein für zwei Leistungen, z, B. für Nenn- und ¼-Leistung angeben würde.

IV. Andere Methode zur Kontrolle der Ueberstromziffer.

Ein Nachteil der unter II angegebenen Messmethode besteht darin, dass die Streuverhältnisse der Sekundärwicklung bei offener Primärwicklung nicht gleich sind wie wenn Primär- und Sekundärwicklung Strom führen. Diese Unbekannte, welche die Aenderung der sekundären Eigenstreuung berücksichtigt, wurde weiter vorn mit k bezeichnet. Eine andere Messmethode, mit welcher die angegebene Ueberstromziffer eines Stromwandlers nachgeprüft werden kann und welche den soeben erwähnten Nachteil in geringerem Masse oder gar nicht besitzt, ist folgende:

Man belastet die Sekundärwicklung des Stromwandlers mit derjenigen Impedanz, welche beim *sekundären Nennstrom* die gleiche induzierte Spannung, also die gleiche magnetische Sättigung und den gleichen Leerlaufstrom ergibt wie beim normal belasteten Stromwandler beim n-fachen Primärnennstrom. Man speist den Stromwandler *primärseitig* und steigert den Strom I_1 so lange, bis der Sekundärstrom seinen Nennwert erreicht hat. Die Gleichung für die induzierte Spannung lautet dann:

$$E_2 = (Z_a + Z_2) \cdot 0{,}9 \cdot n \cdot I_{2N} \qquad (3)$$

Da der Sekundärstrom gleich seinem Nennwert sein soll, beträgt die gesamte Impedanz des sekundären Stromkreises:

$$Z_{tot} = (Z_a + Z_2) \cdot 0{,}9 \cdot n \qquad (9)$$

Die an die Sekundärklemmen anzuschliessende Impedanz ist schliesslich:

$$Z'_a = Z_{tot} - Z_2 = 0{,}9 \cdot n \cdot Z_a + Z_2 \cdot (0{,}9 \cdot n - 1) \qquad (10)$$

Dabei ist zu beachten, dass diese Impedanz praktisch rein induktiv sein muss, damit der Leerlaufstrom in Phase mit dem Sekundärstrom ist.

Für den primärseitig gemessenen Leerlaufstrom folgt aus der schon früher angegebenen Gleichung für den Stromfehler f, wenn für diesen der zulässige Wert —10 % gesetzt wird:

$$I_{01} = \frac{10 + 0{,}9 \cdot A}{100} \cdot n \cdot I_{1N} \qquad (11)$$

Schliesslich folgt für den bei dieser Schaltung zulässigen Primärstrom:

$$I_1 = \frac{I_{01}\, w_1 + I_{2N}\, w_2}{w_1} =$$

$$I_{1N} \cdot \left(\frac{100 - A}{100} + \frac{10 + 0{,}9 \cdot A}{100} \cdot n\right) \qquad (12)$$

Aus den Abschnitten I—IV geht hervor, dass im allgemeinen die Ueberstromziffer wohl berechnet, aber nur schwer richtig gemessen werden kann. Die zugelassene Toleranz von —10 % ist somit gerechtfertigt. Es sei noch erwähnt, dass die meisten Stromwandler nur kleine Windungsabgleichungen besitzen. Dieser Umstand und der schon früher erwähnte, dass die Stromwandler im Ueberstromgebiet meistens gesättigt sind, und somit eine ansehnliche Vergrösserung des Magnetisierungsstromes nur eine unwesentliche Erhöhung von E_2 und der E_2 proportionalen Ueberstromziffer zur Folge hat, gestatten, in vielen Fällen den Einfluss der Windungsabgleichung zu vernachlässigen, ohne dadurch die Ueberstromziffer merklich zu beeinflussen. Die

Eigenimpedanz der Sekundärwicklung dagegen muss immer berücksichtigt werden, da sie die Ueberstromziffer direkt beeinflusst.

Es bleibt, abgesehen von der dargelegten Unsicherheit, mit der die Ueberstromziffer behaftet ist, zu untersuchen, ob sie Stromwandler genügend charakterisiert für Fälle, in denen diese Apparate zu speisen haben, welche gerade beim Auftreten hoher Kurzschlußströme in Wirksamkeit treten müssen.

C. Bedingungen, welche an einen im Ueberstromgebiet arbeitenden Stromwandler gestellt werden müssen.

Stromwandler, welche Zähler, Ampèremeter u. dgl. speisen, müssen im allgemeinen bei Primärströmen, die den Nennwert erheblich überschreiten, keine besondere Genauigkeit aufweisen. Mit Rücksicht auf die Gefährdung der Instrumente bei grossen Strömen ist es im Gegenteil oft erwünscht, dass die Stromwandler im Kurzschlussgebiet zusammenbrechen, d. h. sehr grosse Fehler aufweisen. Anders verhält es sich mit den Bedingungen für Stromwandler, welche ein System von Schutzrelais speisen. Hier müssen die Wandler, speziell im Ueberstromgebiet, je nach den Eigenschaften der Relais und der Schutzschaltungen bestimmte Genauigkeitsgrenzen einhalten. Bei Distanz- und Richtungsrelais ist die absolute Grösse des Strom- und Winkelfehlers ausschlaggebend. Beim Differentialschutz kommt es auf die Differenz zwischen den Fehlercharakteristiken der Stromwandler auf beiden Seiten des zu schützenden Objektes an, während die Fehlergrössen selbst eher eine untergeordnete Rolle spielen. Die Kennzeichnung von Stromwandlern zur Speisung von Distanz- und Richtungsrelais durch die Ueberstromziffer ist ungenügend, da von ihr aus auf den Verlauf der Fehlercharakteristiken im Strombereich von Leerlauf bis zum Vielfachen des Nennstromes, das der Kennziffer entspricht, keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden können. Für Relais der genannten Art ist es jedoch wesentlich, dass Strom- und Winkelfehler in ihrem ganzen Arbeitsbereich gewisse Grenzen nicht überschreiten. Hinsichtlich der Speisung von Differentialrelais ist folgendes zu sagen: Ein Differentialstromrelais in üblicher Schaltung, das auf einen Störungsstrom von 30 % des Nennstromes eingestellt ist, spricht z. B. bei einem durchgehenden Kurzschlußstrom von $10 \times I_N$ an, wenn die Differenz der Leerlaufströme beider Wandler 3 % beträgt. Bei grössern Kurzschlußströmen ist die zulässige prozentuale Abweichung der Fehlercharakteristiken noch kleiner. Verwendet man zur Speisung eines Differentialschutzes Stromwandler gleicher Ueberstromziffer, so bietet dies keine Gewähr gegen Fehlauslösungen, da die beiderseitigen Fehlerkurven bei Ueberströmen unter dem Nennwert, welcher der Kennziffer entspricht, erheblich voneinander abweichen können. Dabei ist zu beachten, dass Unterschiede im Fehlwinkel ebensogut Differenzströme hervorrufen wie Unterschiede im Stromfehler. Betrachtet man schliesslich Fälle, in denen an Stelle der normalen Differentialrelais sogenannte Prozentdifferentialrelais verwendet werden, welche bekanntlich gegenüber der üblichen Relaisbauart auf Abweichungen der Wandlercharakteristiken bei hohen Ueberströmen weniger empfindlich sind, so ist zu sagen, dass aus der Angabe der Ueberstromziffer für die verwendeten Stromwandler keine eindeutigen Schlüsse auf die Einstellung dieser Relais gezogen werden können.

Es muss somit festgestellt werden, dass die Ueberstromziffer auch bei eindeutiger Auslegung ihrer Bedeutung, das Verhalten eines Stromwandlers im Ueberstromgebiet nicht genügend charakterisiert. Ein Bedürfnis nach einer eindeutigen Kennzeichnung der Stromwandler hinsichtlich ihrer Eignung zur Speisung von Schutzrelais im Ueberstromgebiet ist entschieden vorhanden. Dieses könnte u. E. am besten durch Definition einer Genauigkeitsklasse befriedigt werden, von welcher nur die max. zulässigen Strom- und Winkelfehler-Werte festgelegt werden, während der Strombereich, in dem diese Bedingungen erfüllt werden, bei jeder Wandlertype für eine oder mehrere Leistungen vom Fabrikanten jeweils angegeben werden muss. Während die vorgeschriebenen Fehlergrenzen nach der Eidgenössischen Vollziehungsverordnung mit Rücksicht auf ihre wirtschaftliche Bedeutung bei der Verrechnung des Elektrizitätsbezuges festgelegt wurden, sind bei der vorgeschlagenen Genauigkeitsklasse die technischen Eigenschaften der Relais und die Betriebsforderungen, welche an einen Selektiv- oder Differentialschutz gestellt werden, massgebend. Eine gewisse Willkür bei der Festlegung solcher Fehlergrenzen lässt sich kaum vermeiden. Solange man innerhalb vernünftiger Grenzen bleibt, die einerseits in den Genauigkeitsforderungen nicht zu hoch geschraubt sind, sich anderseits den Anforderungen des Schutzes für richtiges Funktionieren innerhalb des praktisch vorkommenden Bereiches der Ueberströme anpassen, lässt sich auf dem angedeuteten Wege ein praktisch brauchbares Verständigungsmittel schaffen.

Inoffiziell sind seit einigen Jahren im Zusammenhang mit Problemen der Speisung von Distanz- und Differentialrelais zwei Genauigkeitsklassen mit der Bezeichnung S 10 und S 20 in Verwendung. Dieses System hat sich gut bewährt. Die Klassen sind folgendermassen definiert:

Tabelle III.

Klasse	Max. Stromfehler	Max. Fehlwinkel	Gültig im Strombereich
S 10	± 5 %	± 5°	1/3 bis $10 \times I_N$
S 20	± 5 %	± 5°	2/3 bis $20 \times I_N$

Eine offizielle Definition einer Genauigkeitsklasse für Stromwandler zur Speisung von Selektivrelais müsste unseres Erachtens ungefähr folgenden Inhalt haben: Die maximal zulässigen Stromfehler und Fehlwinkel betragen ± 5 % und ± 5°. Die Klasse wird mit einem Buchstaben, beispielsweise S, bezeichnet, begleitet von einem Zahlenindex. Diese Zahl kennzeichnet den Strombereich, in welchem

die genannten Fehlergrenzen eingehalten werden, und zwar gibt eine erste Zahl die untere und eine zweite die obere Stromgrenze an. Diese Bereichangabe ist gültig für die Nennleistung des Wandlers. Beispielsweise würde eine Bezeichnung «S 0,5/25» für einen Wandler gelten, der bei Belastung mit seiner Nennleistung im Bereich von 0,5 bis 25 × Nennstrom innerhalb der definierten Fehlergrenzen arbeitet.

Diese neue Genauigkeitsklasse bildet an und für sich eine schärfer definierte Ueberstromziffer. Sie kann daher bei einem bestimmten Stromwandler neben anderen Genauigkeitsklassen aufgeführt werden. Wie man dies am besten darstellt, wäre Sache einer endgültigen Formulierung. Wie bei der Ueberstromziffer bietet auch hier die messtechnische Kontrolle erhebliche Schwierigkeiten, ebenso der Uebergang von den Angaben für eine bestimmte Leistung auf das Verhalten bei andern Leistungen. Diese Fragen müssen gelöst werden, sobald die Einführung einer Messklasse der angeregten Art konkrete Gestalt annimmt.

La mesure du courant de terre d'un réseau triphasé.

Par *Ch. Jean-Richard*, Berne. 621.317.31 : 621.3.014.3

On indique une méthode d'investigation permettant d'établir à l'avance la puissance de bobines d'induction nécessaires à la compensation du courant de terre d'un réseau triphasé. Cette méthode, dite d'infusion, applique une tension auxiliaire entre le neutre du réseau et la terre.

Es wird ein Verfahren angegeben, mit dessen Hilfe die Leistung von Löschdrosselspulen eines Dreiphasennetzes im voraus bestimmt werden kann. Das Verfahren, Nullpunktseinspeisung genannt, verwendet eine Hilfsspannung zwischen dem Systemnullpunkt und der Erde.

Un réseau à haute tension et triphasé est alimenté par plusieurs centrales. Entre les centrales, les sous-stations se suivent dans n'importe quel ordre. En outre, le réseau est situé dans une région accidentée. L'exploitant ayant été incommodé par des mises à la terre fréquentes se propose d'installer des bobines d'extinction. Le fabricant de telles bobines faisant des offres sur la base de calculs approximatifs, l'exploitant cherche une méthode de mesure lui permettant d'établir à l'avance exactement les conditions à remplir par ces bobines, toutefois sans intervention dans le réseau.

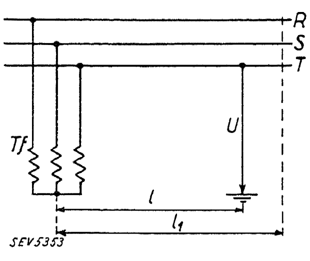


Fig. 1.

R, S, T Tensions de phase, régime normal.
Tf Transformateur alimentant *R, S, T*.
U Tension auxiliaire, de même valeur et de même fréquence que la tension *T*, mais de sens inverse au sens de celle-ci.
N Neutre du transformateur.
l Distance de l'endroit de la mise à la terre, présumée ou réelle, par rapport à *N*, cet endroit pouvant être choisi entre 0 et l_1.
l_1 Longueur totale de la ligne, y compris le transformateur *Tf*.

Nous sommes parti de l'idée que la mise à la terre peut être produite par l'application, à l'endroit d'une mise à la terre présumée, d'une tension *U* monophasée de même valeur, de même fréquence, mais de sens inverse que la tension normale par rapport à la terre à cet endroit (Fig. 1). On peut supposer que cette tension auxiliaire change de place le long d'une ligne du réseau. L'effet restera pratiquement le même. Finalement, la tension auxiliaire pourra être appliquée entre le neutre d'un transformateur branché sur ce réseau et la terre. L'effet en sera de reproduire plus exactement encore les conditions de service d'un réseau avec bobines d'extinction au cas d'une mise à la terre réelle. Cela est démontré par les diagrammes 2a, b et c.

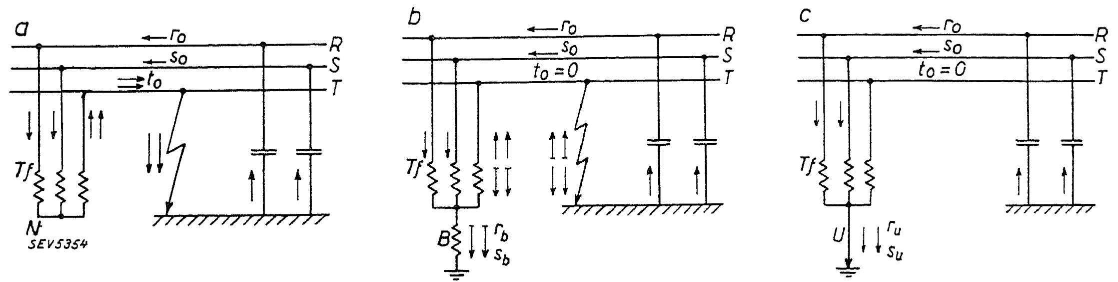


Fig. 2.

a

N Neutre isolé.

$|r_0 + s_0| = |\sqrt{3}\, r_0| = |\sqrt{3}\, s_0|$

$\underline{\mathfrak{t}_0 = \mathfrak{r}_0 + \mathfrak{s}_0}$

sur le parcours du transformateur jusqu'à l'endroit défectueux.

b

B Bobine d'extinction.

$r_0 = r_b$; $s_0 = s_b$;

$\underline{t_0 = 0}$

$r_0 - r_b = 0$; $s_0 - s_b = 0$.

c

U Tension auxiliaire.

$r_0 = r_u$; $s_0 = s_u$;

$\underline{t_0 = 0.}$

L'impédance monoaxiale du transformateur est supposée égale à zéro, ici et aux diagrammes de la fig. 3a, b et c tandis que le diagramme de la fig. 3d en montre l'influence lorsqu'elle n'est pas à négliger.

Notons en outre que le courant de terre d'un réseau donné est fonction linéaire de la tension de service de ce réseau.

Le courant de terre d'un réseau triphasé est formé de trois composantes: r_0, s_0 et t_0 (Fig. 3c). Admettons que la composante t_0 provienne de la phase avariée; elle sera égale à zéro. Les composantes r_0 et s_0 des deux autres phases seront entre elles, pratiquement de même grandeur, mais décalées de 60°. Ainsi la résultante est égale à $\sqrt{3}$ fois l'une des composantes r_0 et s_0. Et comme chacune des composantes r_0 et s_0 est produite par la tension composée, la résultante est en outre égale à 3 fois le courant de terre d'une des phases *r*, *s* ou *t*, produit par la tension normale de phase. Or la tension auxiliaire agit symétriquement sur les trois phases.

fait lorsqu'on cherche à établir la proportion qu'il y a entre le courant de terre et la tension de phase (Fig. 3d).

Sur la base des considérations précédentes, nous avons fait avec la collaboration de Brown, Boveri, Baden, la mesure du courant de terre en laissant le réseau intact. Nous avons déclenché un seul des transformateurs pour déterminer sa réactance monoaxiale, nous l'avons remis en service et avons branché entre son neutre et la terre une petite tension auxiliaire monophasée et réglable de fréquence connue. Cette tension et le courant produit par cette tension ont été oscillographiés successivement pour

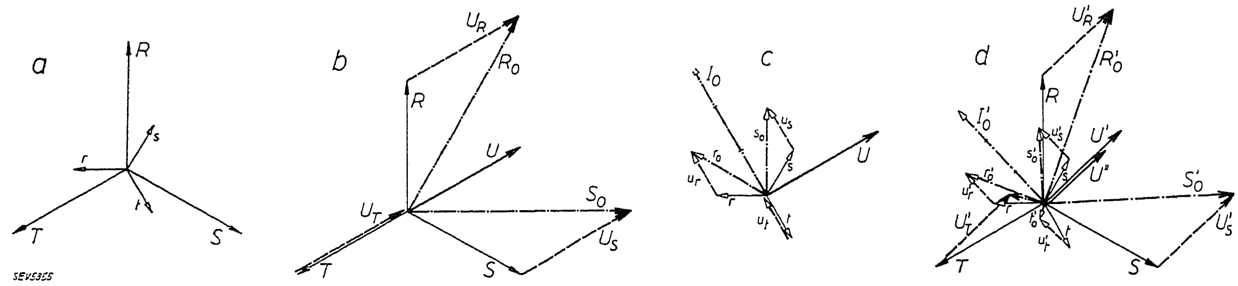


Fig. 3.

a
Régime normal.
R, S, T Tensions de phase.
r, s, t Courants de terre.

b
Régime de mesure, équivalent au régime de mise à la terre directe sur *T*: $U = -T$.
U_R, U_S, U_T Tension auxiliaire *U* apparaissant au bout de *R, S, T*.
$R_0, S_0, T_0 = 0$ Tension de phase

c
u_r, u_s, u_t Courants produits par *U* et apparaissant au bout de *r, s, t*.
$r_0, s_0, t_0 = 0$ Courants de phase.
$|r_0| = |\sqrt{3}\,r|$ $|s_0| = |\sqrt{3}\,s|$
$I_0 = u_r + u_s + u_t$ Courant de terre
$u_r = u_s = u_t = u$. Ceci est une simple supposition pour rendre le diagramme plus clair.
$u \perp U$; $I_0 \perp U$; $\underline{I_0 = 3u}$.

d
Régime de mesure, la tension auxiliaire étant quelconque soit *U"* et l'influence du transformateur étant prise en considération, par laquelle *U"* devient *U'*.
$U' \neq -T$
$I'_0 = u'_r + u'_s + u'_t$ Courant de terre
$I'_0 \perp U'$; $I'_0 = 3u'$.

Nous en concluons que la tension auxiliaire produit un courant égal au courant de terre lorsqu'elle est égale à la tension de phase (Fig. 3b et c).

Ces considérations dépendent d'une part de l'étendue du réseau. Seulement, il est rare qu'un réseau soit assez étendu pour que le courant de terre à l'endroit le plus éloigné diffère notablement de celui à l'endroit le plus rapproché.

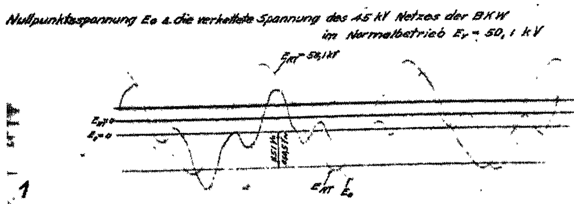
Ces considérations dépendent d'autre part de la réactance monoaxiale du transformateur entre le neutre duquel et la terre la tension auxiliaire a été branchée. Nous désignons par réactance monoaxiale d'un transformateur celle que l'on mesure à la manière d'une réactance monophasée entre les trois phases court-circuitées du transformateur et le neutre. Sa valeur dépend de la manière dont l'enroulement secondaire de ce transformateur est branché, soit en étoile, soit en triangle. La réactance monoaxiale sera grande s'il y a étoile et relativement petite s'il y a triangle. La réactance monoaxiale opère de concert avec le courant capacitif produit par la tension auxiliaire une élévation de tension aux bornes du transformateur par rapport à la tension auxiliaire. Il faut tenir compte de ce

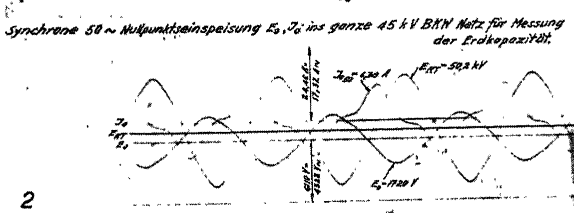
plusieurs valeurs de la tension. L'extrapolation linéaire des valeurs observées jusqu'à la tension normale de phase a permis d'établir la grandeur exacte des bobines d'extinction nécessaires à l'extinction des mises à la terre de ce réseau (Fig. 4).

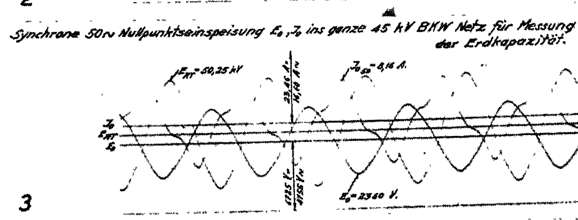
Ajoutons encore que ces mesures ne sont pas sans danger: Une mise à la terre réelle survenant pendant que les mesures sont en train exposerait l'installation de mesure à la tension de phase qui, dans le cas particulier, aurait été environ six fois aussi grande que la tension auxiliaire. Pour éviter ce danger, un éclateur avait été branché en parallèle à la tension auxiliaire et réglé, à peu près, à deux fois la tension auxiliaire.

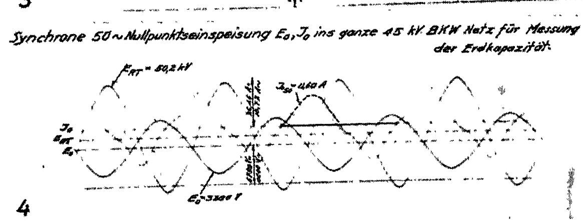
Il y a un autre danger: c'est qu'il y ait résonnance entre la capacité du réseau et la réactance monoaxiale du transformateur à la fréquence de la tension auxiliaire. Dans le cas particulier de nos essais ce danger ne s'est pas présenté, la réactance monoaxiale du transformateur ayant été établie à env. 100 Ω et la valeur réciproque de la capacité du réseau par rapport à la terre à env. 390 Ω. Ainsi la fréquence de résonnance aurait été de 98 pér./s environ alors que la fréquence de la tension auxi-

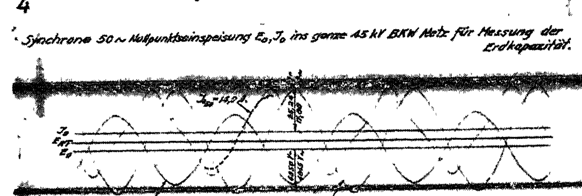
liaire n'était que de 50 pér./s. Toutefois la tension auxilaire s'est trouvée augmentée de un tiers environ aux bornes du transformateur à cause de la réactance monoaxiale de celui-ci.

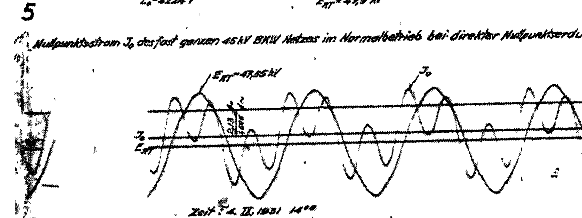
1


2


3


4


5


6


Oscillogrammes	valeur eff. de l'harmonique fondamental à 50 pér./s	amplitude des harmoniques sup. en % de l'harmonique fondamental					
		1/3	2	3	4	5	—
Régime normal:							
tension résiduelle $U_{rés}$ entre le neutre et la terre . . .	421 V	17*)	—	62	—	5	—
tension composée U_{RT} . . .	50 100 V	—	—	10	—	8	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	6,38 A	—	—	35	—	11	—
tension auxiliaire U'' . . .	1 720 V	—	—	9	—	16	—
tension composée U_{RT} . . .	50 200 V	—	—	—	—	—	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	8,16 A	—	—	21	—	12	—
tension auxiliaire U'' . . .	2 360 V	—	—	6	—	8	—
tension composée U_{RT} . . .	50 250 V	—	—	8	—	8	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	11,60 A	—	—	21	—	—	—
tension auxiliaire U'' . . .	3 380 V	—	—	—	—	—	—
tension composée U_{RT} . . .	50 200 V	—	—	—	—	—	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	14,00 A	—	—	12	—	—	—
tension auxiliaire U'' . . .	4 224 V	—	—	—	—	—	—
tension composée U_{RT} . . .	47 900 V	—	—	—	—	—	—
Le neutre étant mis directement à la terre:							
courant de terre $I_{rés}$ . . .	1,3 A	—	5	127	14	—	—
tension composée U_{RT} . . .	47 550 V	—	—	8	—	4	—

*On voit ici l'influence d'un réseau à 16⅔ pér./s situé à proximité du réseau à 50 pér./s.

Fig. 4.

Oscillogrammes de la mesure du courant de terre,

relevés par la S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden, le 4 septembre 1931 à la centrale de Mühleberg des Forces Motrices Bernoises.

Curieux cas d'usure d'une lampe à incandescence.

Par *E. Foretay*, Cossonay. 621.317.081.5

L'article qui suit décrit le cas d'une lampe à projection dont le filament a brûlé à la suite des efforts électrodynamiques dont il était le siège lors d'allumages répétés sous pleine tension, ainsi que les mesures de protection adoptées.

Es wird die Zerstörung einer Projektionslampe beschrieben, deren Wendeln infolge der Einschaltstromstösse elektrodynamischen Kräften unterworfen waren, welche die Wendeln verlängerten, so dass sie sich schliesslich berührten. Es werden einfache und erfolgreiche Schutzmassnahmen angegeben.

C'est un fait bien connu que les lampes à incandescence puissantes absorbent un courant supérieur au courant normal lors de la mise en circuit. Dans certains cas exceptionnels, cette surintensité peut réduire considérablement la durée de vie de la lampe par suite des effets électrodynamiques dont le filament est le siège, comme on le verra ci-dessous.

L'appareil de projection utilisé pour la lecture à distance de l'écartement des sphères du spintermètre, au laboratoire d'essais à haute tension de la Câblerie de Cossonay, est éclairé par une lampe type «cinéma» de 1000 W à 125 V[1]). L'emploi de l'appareil conduit à l'allumer fréquemment, ce qui se faisait sous pleine tension. Un jour, une brusque

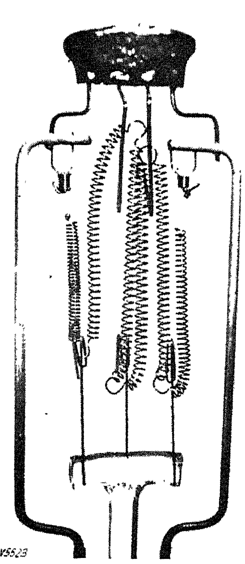


Fig. 1.

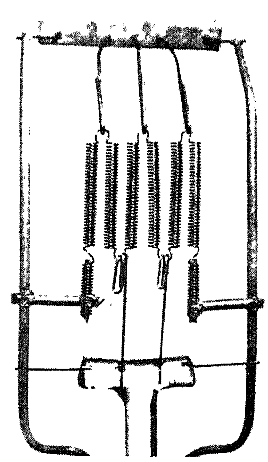
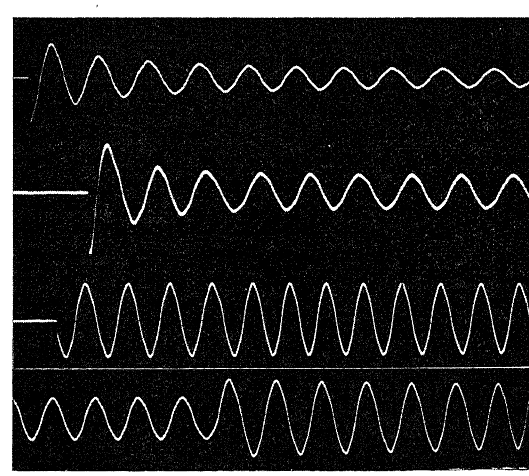


Fig. 2.

augmentation de l'intensité lumineuse se produisit un instant après la mise en service. Lors de l'allumage suivant, les fusibles de 30 A fondirent. L'examen de la lampe défectueuse montra (fig. 1) que les spires du filament s'étaient fortement écartées les unes des autres. La fig. 2 qui montre une lampe neuve, de construction légèrement différente, permet de se rendre compte de l'état initial du filament dont les spires étaient très serrées. Deux d'entre elles constituent, lorsqu'elles sont voisines, des conducteurs parallèles qui, lors du passage du courant, exercent un effort de répulsion l'un sur l'autre. C'est un fait connu que les enroulements de transformateurs ou les selfs de protection placées en tête des lignes aériennes ont tendance à s'allonger sous l'effet d'un violent court-circuit. Par cet allongement progressif des spires (fig. 1), le filament s'est déplacé peu à peu sur ses crochets-supports. Comme il n'était plus tendu, un contact s'est produit à la partie supérieure de la lampe, réduisant de $^1/_3$ la résistance totale du filament, ce qui a provoqué l'augmentation de lumière constatée. A l'enclenchement suivant l'à-coup de courant a été si considérable que les fusibles ont fondu, pas aussi vite toutefois que le filament lui-même aux points d'entrée du courant.

La résistance théorique du filament à chaud est facile à calculer. La consommation étant 1000 W à



125 V, soit 8 A, la résistance sera de 15,6 Ω. Nous avons mesuré cette résistance à froid; elle est de 1 ohm. L'à-coup de courant théorique à la mise en circuit sous 125 V courant continu serait donc de 125 A. En courant alternatif cette valeur dépend évidemment de l'instant de la période où l'enclenchement se produit; elle peut varier entre 0 et le quotient de l'amplitude (177 V) par la résistance. Il est facile d'admettre que, dès l'instant de la mise en circuit, le filament s'échauffe et qu'on n'atteindra jamais des pointes de courant aussi intenses. La self-induction du filament et la chute de tension en ligne ont aussi pour effet de réduire cette surintensité. Afin de la déterminer plus exactement, nous avons fait quelques essais à l'oscillographe. La fig. 3 par exemple indique une pointe de courant de 48,6 A, le courant nominal atteint après 40 périodes, soit $^8/_{10}$ de seconde, étant 7,6 A. A titre comparatif la figure 4 se rapporte à la mise en circuit d'une lampe Nitraphot K de 200 W à 125 V. Le

[1]) Voir «Le laboratoire d'essais à haute tension des Câbleries de Cossonay». Bull. ASE 1936, No. 3, p. 79.

courant à l'enclenchement est 3,57 fois le courant nominal qui ne s'établit qu'après 6 périodes, soit 0,12 seconde.

Les ingénieurs de la fabrique nous ont conseillé de mettre en série avec la lampe, lors de l'enclenchement, une résistance additionnelle telle que le courant ne dépasse jamais sa valeur nominale. Pour ne pas compliquer trop l'installation, nous avons remplacé l'interrupteur par un commutateur à 3 positions: déclenché, démarrage, enclenché. Dans la deuxième position, une résistance de 11 ohms est mise en série, limitant la surintensité à 1,23 fois le courant nominal. En passant à la troisième position, cette résistance est court-circuitée et il se produit une nouvelle surintensité de 1,30 fois le courant nominal. L'oscillogramme fig. 5 montre l'enclenchement avec résistance et la fig. 6 correspond à la mise en court-circuit de la résistance. La valeur de 11 ohms a été déterminée par une série d'essais. Une résistance plus grande réduit la surintensité à l'enclenchement, en augmentant celle qui se produit au moment de la mise en circuit directe, alors qu'une résistance plus faible produit l'effet inverse. Le cas le plus favorable correspond à deux surintensités égales. On pourrait encore les réduire en subdivisant la résistance en plusieurs sections ou même en utilisant un rhéostat, mais la complication qui en résulte pour l'installation n'est pas justifiée par l'avantage obtenu, la surintensité de 30 % étant sans danger.

Ces quelques considérations montrent qu'il est recommandable de ne jamais enclencher sous pleine tension les lampes à incandescence puissantes, et en particulier celles qui, par leur emploi, sont un peu poussées (lampes spéciales pour projection, cinéma et prises de vues photographiques, lampes pour traitements médicaux).

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Rapport du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) sur l'essai effectué sur un Tube au néon T U 30 de la maison Barbier, Bénard et Turenne, Paris 19e.

621.327.4 : 656.7.05

En octobre 1932 le Comité Technique de l'Eclairage pour la navigation aérienne de la Commission Internationale de l'Eclairage se réunissait à Zurich. Cette date coincidant avec la «Semaine de la Lumière», le Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) profita de cette occasion pour installer à l'aérodrome de Zurich, situé sur le territoire de Wangen, près Dübendorf, un éclairage modèle d'aérodrome.

Cette installation provisoire, destinée à être démolie après la réunion, comprenait 4 tubes au néon comme feux d'obstacle sur des lignes à haute tension à proximité de l'aérodrome. Les tubes furent mis à disposition du CSE par la maison Barbier, Bénard et Turenne, 82, rue Curial, Paris 19e; ils étaient du type T U 30—555. Vu la grande utilité de ces tubes employés comme feux d'obstacle le CSE décida de faire, avec l'un d'eux, un essai de durée de vie en service.

Ce tube d'essai, de fabrication normale et pris au hasard dans la série des 4 tubes installés provisoirement, fut monté le 20 octobre 1932 sur un fil de phase de la ligne à haute tension Seebach-Grütze des Chemins de fer fédéraux, dont les caractéristiques sont:

60 kV, courant monophasé,
16⅔ pér./s.

Il n'a pas été possible de faire l'essai sur une ligne à 50 pér./s.

A partir de ce moment le tube fonctionnait et rendait aux pilotes et aux autorités de l'aérodromes de très grands services. Il fut régulièrement contrôlé d'une part par l'exploitant de la ligne, c'est-à-dire les chemins de fer fédéraux, et d'autre part par l'administration de l'aérodrome.

En avril 1935 les organes des chemins de fer fédéraux signalèrent une diminution de l'intensité lumineuse du tube d'essai, constatation confirmée par l'administration de l'aérodrome. Le tube s'est éteint complètement le 4 juin 1935.

Il ressort de cet essai que le tube T U 30—555 de la maison Barbier, Bénard et Turenne a fonctionné normalement, sans aucune interruption de service, pendant 2½ années, sur une ligne à 60 kV, 16⅔ pér./s, courant monophasé.

Ueber Kohlenbürsten.

621.313.047.43

Untersucht man die Energieverhältnisse, die bei einer Kohlenbürste auftreten, die auf einem Kollektor läuft, so lassen sich prinzipiell zwei verschiedene Energieanteile feststellen.

Die Kohle hat in erster Linie die Aufgabe, als Verbindungsglied die Energie vom festen Teil der Maschine zum rotierenden Teil oder umgekehrt zu leiten. Diese Energie fliesst durch die Kohle in Längsrichtung. Sie ist einfach Transitgut. Immerhin erzeugt sie auch Verluste, da sie den Widerstand der Kohle überwinden muss, der ca. 2000 bis 4000 Mikroohm/cm³ beträgt. Wenn nur diese Transitenergie vorhanden wäre, so müsste der Widerstand so klein als möglich gehalten werden, damit die Verluste gering werden.

Aber es ist noch die Erscheinung des Kommutationsvorganges zu berücksichtigen. Ein gewisser Energieanteil fliesst nicht frei ab, sondern setzt sich im Kreise Lamelle-Wicklung-Lamelle-Kohle in Wärme um. Diese Energie kann sich nur in Form von Lichtbogen und Joulescher Wärme aus ihrem Gefängnis befreien; sie zeichnet sich durch kleine Spannungen und hohe Ströme aus, da der Widerstand des Kurzschlusskreises meist sehr klein ist.

Die Wirkungen der beiden Energieanteile auf die Kohle sind ganz verschieden. Bei der Transitenergie wird fast das ganze Volumen der Kohle, abgesehen von zeitlichen Schwankungen, ungefähr gleichmässig beansprucht. Nur der Kopf der Kohle kann je nach Montierungsart eventuell schwächer oder gar nicht beteiligt sein.

Die Kommutationsenergie beansprucht jedoch nur eine geringe Schicht anschliessend an die Lauffläche. Unglücklicherweise ist dieser Teil der Kohle bereits schon durch die Reibung gegen den Kollektor, durch den Lichtbogen des Stromdurchganges und durch die mechanischen Stösse der Lamellen in seinem keramischen Gefüge aufs stärkste belastet. Zu dem allem kommt noch die zusätzliche Belastung durch die hohen Kurzschlußströme. Diese haben noch die unangenehme Eigenschaft, sich nicht etwa gleichmässig auf der ganzen Laufflächenschicht zu verteilen, sondern einzelne Zonen zu bevorzugen, je nach den konstruktiven Verhältnissen.

Die schädliche Wirkung dieser Energie im Kurzschlusskreis lässt sich durch Aenderung des Widerstandes vermindern. Daher wird als Kontaktstück nicht ein metallischer Leiter genommen, sondern eine Kohle mit einem gewissen Widerstand. Um diesen zusätzlich zu erhöhen, wurden eine Zeitlang Widerstandsverbindungen zwischen Lamelle und Wicklung eingebaut. Doch musste bei dieser Anordnung auch die Transitenergie diesen Widerstand überwinden, wodurch die Wicklung zusätzlich erwärmt und der Wirkungsgrad schlechter wurde.

Die bessere Lösung ist die Vergrösserung des Widerstandes bei einem Element, das nur dem Kurzschlusskreise an-

gehört. Das ist die Kohle, wobei man sich ihrer Doppelfunktion als Längs- und Querleiter erinnern muss. Daher wurde ein hoher Querwiderstand gefordert. — Die logische Konsequenz aus dieser Ueberlegung war die vollständige Trennung der Kohle in der Längsrichtung in zwei voneinander isolierte Schichten, die nur durch die Armatur am Kopf

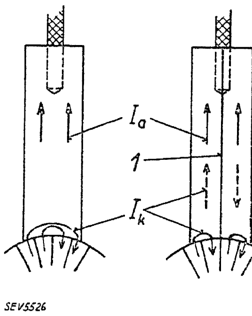


Fig. 1.

Stromverteilung bei gewöhnlichen (links) und bei Sandwich-Bürsten (rechts).

I_a Arbeitsstrom; I_k Kurzschlussstrom; *1* Isolierschicht.

leitend miteinander verbunden werden. Dadurch wird erreicht, dass die Kurzschlußströme einen zusätzlichen Weg von zweimal der Bürstenlänge zurücklegen müssen, wodurch der Spannungsabfall erhöht und der Strom selbst bedeutend verkleinert und dadurch meist unschädlich wird (sog. «Sandwich-Kohlen», Fig. 1). Der nützliche Arbeitsstrom wird durch diese Anordnung nicht gestört und fliesst ungehindert durch die Kohle.

Die Folgen dieser neuen Anordnung sind bessere Kommutation, was sich durch Schonung des Kollektorkupfers bemerkbar macht. Oft zeigt sich auch eine geringere Abnützung der Kohlen, was leicht erklärlich erscheint, da die Laufflächenschicht bedeutend entlastet ist durch die Verkleinerung des Kurzschlußstromes.

Ist bei Verwendung von normalen Kohlen die Kommutation bereits schon einwandfrei, so lässt sich auch mit den «Sandwich»-Kohlen keine Verbesserung erreichen. Auch scheint die weitere Aufspaltung der Kohlen in eine ganze Reihe von dünnen, durch Isolationsschichten getrennte Plättchen mehr eine technische Spielerei als eine praktische und wirtschaftliche Verbesserung. *M. F. Ruedin.*

Anschlussnetze geringster Länge für ebene Punktgruppen.

621.316.11

K. Kohler zeigt im Ingenieur-Archiv in Band V, Heft 2, wie man von einem Netzpunkt einer Ebene aus eine beliebige Anzahl anderer Punkte (z. B. Abnehmeranschlüsse bei elektrischen Leitungen) durch einen zusammenhängenden Linienzug zu verbinden hat, um eine Mindestlänge des Netzes

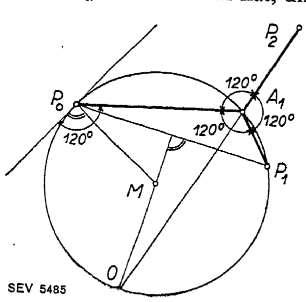


Fig. 1.

Konstruktion der Zweigstelle bei zwei neuen gleichwertigen Anschlüssen.

zu erhalten. Es wird auch der Fall berücksichtigt, wo den einzelnen Strecken des Netzes verschiedene Wertigkeiten zukommen.

Die rein rechnerische Lösung des Problems führt zu grossen Schwierigkeiten; es wird deshalb eine graphische Methode angegeben, die sich auf Arbeiten von W. Kaufmann (Bauing. 1928, S. 588) und Launhard (Theorie des Trassierens, Hannover 1887) stützt.

Handelt es sich zunächst um den Anschluss von zwei weitern, gleichwertigen Abnehmerstellen, so wird folgendermassen vorgegangen (Fig. 1):

Es seien P_0 der vorhandene Anschlusspunkt und P_1 und P_2 die neu anzuschliessenden Punkte. Die kürzeste Verbindung ist dann gefunden, wenn die Zweigstelle A_1 innerhalb der Fläche des durch die Punkte P_0, P_1 und P_2 gebildeten Dreieckes so liegt, dass alle drei Verbindungen von der Zweigstelle A_1 zu den Anschlusspunkten P_0, P_1 und P_2 je einen Winkel von 120° einschliessen. Die Lage des Zweigpunktes lässt sich ganz einfach mit Hilfe eines auf Pauspapier aufgezeichneten «Drehstrom-Vektordiagrammes» finden, indem diese Schablone so lange auf dem Lageplan der Anschlüsse verschoben wird, bis je einer der drei Punkte P_0, P_1 und P_2 auf den einzelnen Vektoren liegt. Der gesuchte Punkt A_1 lässt sich jedoch auch mit Hilfe von Zirkel und Lineal konstruieren. Man zieht zuerst über P_0 P_1 als Sekante einen mit Rücksicht auf die Lage von P_2 ausgewählten Kreis (Fasskreis) dessen Peripherie-Winkel 120° betragen, bestimmt dann den untern Schnittpunkt 0 (Hilfspunkt) der Mittelsenkrechten über P_0 P_1 mit dem Fasskreis und verbindet 0 mit P_2. Der zweite Schnittpunkt von 0 P_2 mit dem Fasskreis ist die gesuchte Zweigstelle A_1. Liegt der zweite Schnittpunkt nicht auf dem Kreisbogen, welcher die möglichen Peripheriewinkel von 120° umfasst, so fällt die Abzweigstelle mit dem Punkt P_1 oder P_2 zusammen.

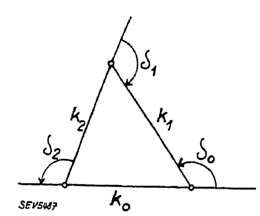


Fig. 2a.
Konstruktion der Winkel δ_0, δ_1 und δ_2.

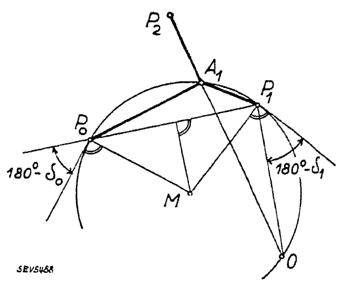


Fig. 2b.
Konstruktion der Zweigstelle bei verschiedenwertigen Teilstrecken.

Sind die einzelnen Strecken z. B. hinsichtlich Baukosten/km oder Unterhaltskosten/km verschieden wertig, so kann eine Netzform gesucht sein, für die die entsprechende Wertsumme ein Minimum wird.

Es seien k_0, k_1 und k_2 die zu beachtenden Wertigkeiten pro Kilometer der einzelnen Teilstrecken. Auch für diesen Fall lässt sich eine Fasskreiskonstruktion angeben. Zuerst werden die drei Winkel δ_0, δ_1 und δ_2 gemäss Fig. 2 bestimmt, worin k_0, k_1 und k_2 in beliebigem Maßstab aufgetragen werden. Der Hilfspunkt 0 (Fig. 2) liegt jetzt nicht mehr auf der Mittelsenkrechten von P_0 P_1, sondern wird so ermittelt, dass man an die Tangente in P_1 des δ_0-Fasskreises für P_0 P_1 den Winkel 180°—δ so anlegt, dass dessen Schenkel den δ_0-Fasskreis ausserhalb der Dreieckfläche $P_0P_1P_2$ schneidet. Der Schnittpunkt ist der gesuchte Hilfspunkt 0.

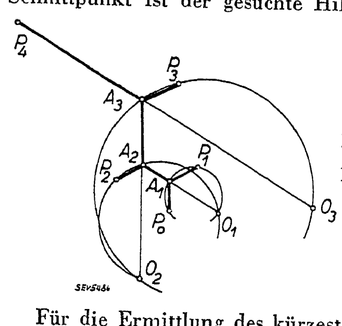


Fig. 3.

Konstruktion der Zweigstellen bei vier neuen gleichwertigen Anschlüssen.

Für die Ermittlung des kürzesten Leitungszuges bei mehr als zwei Anschlusspunkten wird je dem neuen Punkte P_i mit Ausnahme des letzten im Zuge der gesamten Leitung eine Zweigstelle A zugeordnet, von denen jedoch einzelne mit den zugehörigen Anschlusspunkten zusammenfallen können. Der Verlauf des Linienzuges lässt sich auch jetzt mit Hilfe einer Reihe von Fasskreisen konstruieren. In Fig. 3 ist die Konstruktion des kürzesten Linienzuges an einem Beispiel für vier neue Anschlusspunkte dargestellt: Man zieht zuerst über P_0P_1 den Fasskreis für 120° in Richtung P_2, verbindet

dessen Hilfspunkt 0_1 mit P_2. Ueber der Strecke 0_1P_2 wird wieder ein Fasskreis in Richtung P_3 mit Hilfspunkt 0_2, ebenso über 0_2P_3 in Richtung P_4 mit Hilfspunkt 0_3 gezogen. Der Schnittpunkt von 0_3P_4 mit Fasskreis über 0_2P_3 ist die Zweigstelle A_3 für den Anschluss P_3. Die Gerade A_30_2 schneidet den Fasskreis über 0_1P_2 in A_2. Der Abzweigpunkt A_1 ergibt sich durch Schnitt von 0_1A_2 mit dem Fasskreis über P_0P_1. Damit ist der gesamte Linienzug festgelegt.

Jede einmal durchgeführte Bezeichnung der Anschlusspunkte führt zu einem kürzesten Linienzug; bei einiger Uebung kann aber die günstigste Reihenfolge sofort angegeben werden.

Sind bei dem Anschluss von mehr als zwei neuen Punkten wieder verschiedene Wertigkeiten der einzelnen Teilstrecken zu beachten, so können die früheren Untersuchungen sinngemäss angewendet werden. Die Konstruktionen bleiben dieselben; lediglich die Fasskreise sind für die den Wertigkeiten entsprechenden Winkel zu konstruieren; ebenso müssen auch die Hilfspunkte unter Beachtung der verschiedenen Wertigkeiten festgelegt werden. *W. W.*

Réduction des chutes de tension dans les réseaux de distribution à basse tension.

621.316.11

1° *Solutions envisagées.*

L'accroissement continuel de la consommation d'énergie, dû au développement rapide des nouvelles applications, a pour conséquence de provoquer des chutes de tension de plus en plus importantes sur les réseaux de distribution. On peut envisager comme solution l'élévation de la tension, comme remèdes, soit le renforcement des conducteurs existants, ou la multiplication des postes de transformation.

Pour les agglomérations à population relativement dense, on a proposé la création d'un réseau nourricier. Cette solution consiste à créer des postes de transformation supplémentaires, qui sont alimentés par un réseau «nourricier» auxiliaire, constitué par des canalisations souterraines et sous une tension intermédiaire de l'ordre de 3000 V en général. On peut ainsi adopter des tracés directs, donc avoir des canalisations très courtes et placer les postes de transformation supplémentaires aux points les plus convenables. Ces deux conditions ne pouvaient être réalisées qu'imparfaitement dans la multiplication des postes de transformation, vu la tension élevée employée. Cette solution très heureuse pour les agglomérations urbaines devient relativement onéreuse pour les communes très étendues et très éloignées. C'est pourquoi pour faire bénéficier les réseaux ruraux de la tension 230 V/400 V [1]) et des postes d'alimentation supplémentaires, voici une solution étudiée et réalisée qui paraît réunir à peu de frais ces avantages, tout en permettant une exécution rapide et facile.

2° *Constitution d'un réseau «nourricier» à fonctionnement automatique.*

Le schéma de la figure 1 permet de comprendre le principe de cette solution. En A la ligne à haute tension, 15 000 V par exemple, dessert en B le transformateur 15 000 V/200 V/115 V, en C un des feeders du réseau à basse tension existant. Dans le poste de transformation, on place près de B un deuxième transformateur D 15 000 V/400 V qui alimente un réseau R à 400 V triphasé sans neutre, superposé au premier réseau. A chaque point où la réalimentation est nécessaire, on place un transformateur abaisseur de tension, 400 V à 200/115 V, tel que E. Une surcharge se produit; les interrupteurs I_1 et I_2, reliés mécaniquement, mettent le transformateur D en service, en même temps le contacteur I_3 relie le transformateur E au réseau 200/115 V. La commande des interrupteurs I_1 et I_2 se fait automatiquement suivant les variations de la charge; le relais qui commande cette manœuvre est branché au secondaire d'un transformateur de courant T_1 dont le primaire est constitué par deux enroulements, l'un sur une phase du réseau à 200 V, l'autre sur la phase correspondante du réseau à 400 V, de telle sorte que le courant secondaire ne dépend que de la valeur de la charge totale. En cas de deséquilibre des trois phases, on

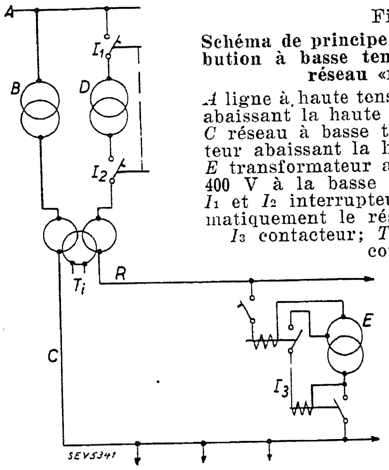


Fig. 1.

Schéma de principe d'un réseau de distribution à basse tension renforcé par un réseau «nourricier»:

A ligne à haute tension; *B* transformateur abaissant la haute tension à 115 V/200 V; *C* réseau à basse tension; *D* transformateur abaissant la haute tension à 400 V; *E* transformateur abaissant la tension de 400 V à la basse tension (115 V/200 V); I_1 et I_2 interrupteurs commandant automatiquement le réseau de renforcement; I_3 contacteur; T_1 transformateur de courant.

peut prévoir trois transformateurs. La manœuvre du contacteur I_3 s'effectue par l'intermédiaire d'un relais ampèremétrique. Le transformateur *E* est protégé contre les surintensités par un disjoncteur installé sur la ligne d'alimentation à 400 V.

Considérons une ligne triphasée à 4 fils de longueur *L*; nous supposons les trois phases équilibrées, les installations de même puissance et uniformément réparties; nous admettons en outre que la charge est non inductive, ce qui est le cas des réseaux au moment des pointes. Le courant en un point de la ligne I_x en fonction du courant *I* à l'origine est donné par:

$$I_x = I \frac{L - x}{L}$$

La chute de tension d'un élément dx en *x* est:

$$\frac{\varrho}{s} I_x \, dx = \frac{\varrho}{s} I \frac{L - x}{L} dx$$

La chute de tension de l'origine à ce point est:

$$\int_0^x \frac{\varrho}{s} I \frac{L - x}{L} dx = \frac{\varrho}{s} I \left(x - \frac{x^2}{2L}\right)$$

La courbe représentative de cette chute de tension est donc une parabole. Les courbes 1 et 2 de la fig. 2 représentent ces paraboles pour un réseau de 1 km de développement et un courant de 75 A respectivement alimenté sous la tension de 115 et 400 V.

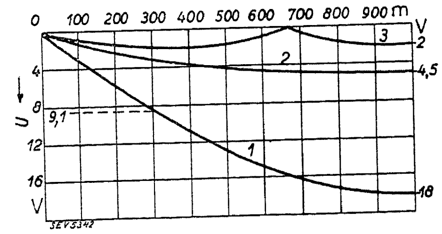


Fig. 2.

Courbes représentant la variation de la chute de tension en ligne,

en fonction de la longueur de cette ligne, les branchements de même puisance étant supposés répartis d'une façon continue et uniforme sur la ligne:

1, cas de l'alimentation directe sous 200 V;
2, cas de l'alimentation directe sous 400 V;
3, cas de l'alimentation avec un réseau nourricier à 400 V.

Dans le système d'alimentation secondaire qui nous occupe, le réseau à 200 V est réglé de telle sorte qu'en pleine charge la tension au secondaire du transformateur *E* soit de

---

[1]) La tension nominale de l'ASE 220/380 V correspond à la tension 230/400 V indiquée dans cet article.

115/400 V. Dans ces conditions, la ligne que nous avons envisagée se trouve divisée en trois tronçons d'égale longueur; le premier tronçon se trouve alimenté par le transformateur B et les deux autres par le transformateur E. Théoriquement, la chute de tension aux extrémités des tronçons de ligne est donc réduite dans la proportion de 9 à 1 (courbe 3 fig. 2), le courant étant en effet 3 fois plus faible que dans les cas précédents. Pratiquement, les chutes de tension se trouvent pour ainsi dire annulées.

Grâce aux dimensions peu encombrantes de l'appareil de couplage à haute tension et du tableau des relais, on transforme à peu de frais l'équipement d'un poste ordinaire de transformation. Les postes abaisseurs de tension ne comprennent qu'un transformateur et un appareillage contenu dans un coffret peu encombrant; on peut les placer sur poteaux, comme le montre le croquis de la fig. 3, ou au pied des pylônes, ou encore dans des cabines en tôle placées sur la voie publique. La mise en place du réseau à 400 V s'opère très facilement; il suffit de placer en tête des supports existants un armement très simple destiné à recevoir les trois isolateurs de ligne; les conducteurs sont ensuite tirés sans qu'il

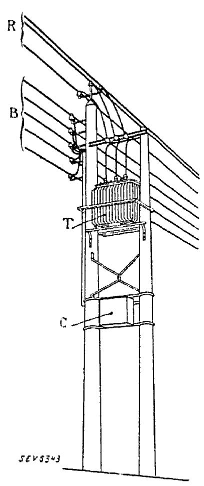


Fig. 3.

Croquis d'un support avec transformateur T pour lignes du réseau à basse tension B et du réseau de renforcement R; C coffret des relais.

y ait à faire aucun raccord avec les conducteurs existants (fig. 3). Le choix de la tension de 400 V s'explique par la possibilité d'exécuter sans difficulté ces travaux de mise en place du réseau nourricier.

L'exécution des travaux d'établissement de ce système est extrêmement simple: elle ne nécessite pour ainsi dire pas d'interruption de courant et n'entraîne aucune perte de matériel.

Au point de vue de l'exploitation, le nombre de transformateurs supplémentaires qui ne fonctionnent qu'en charge n'a pas pour effet de diminuer le rendement général du réseau. Il se trouve, au contraire, augmenté du fait de la forte diminution des pertes dans les conducteurs pendant les heures de charge, de celle des pertes à vide pendant les heures creuses et de l'augmentation de la consommation dans les appareils d'utilisation domestique. Enfin, au point de vue économique, la création d'un réseau nourricier à 400 V constitue de beaucoup la solution la moins onéreuse pour le renforcement des réseaux. — (H. Champigny, Rev. gén. Electr. 24 août 1935, p. 273.) *P. M.*

Das Problem der Dimensionen der Einheiten elektrischer und magnetischer Grössen.

621.317.081.5

Das Problem erhält eine einwandfreie Lösung, wenn man von dem Energieprinzip ausgeht. Es wird dann vor allem ersichtlich, dass die Universalkonstante «C», zumindest aus dimensionellen Gründen, in den Maxwellschen Gleichungen erscheinen muss. Die Einführung von «C» ist aber um so mehr gerechtfertigt, als diese auf experimentellem Wege, z. B. durch das bekannteste Weber-Kohlrausch-Verfahren, zahlenmässig bestimmt werden kann.

Gestützt auf die drei bekannten Hauptmessverfahren, die nur auf Kraftmessung beruhen, ergibt sich, dass die Mindestzahl der willkürlichen Einheiten fünf ist, nämlich:

$$\text{cm, g, s, } \varepsilon_0 \text{ und } \mu_0$$

Man erhält somit ein Maßsystem mit fünf Einheiten und fünf Dimensionen, das CGS$\varepsilon\mu$-System genannt werden soll. Dabei ist zu bemerken, dass der Dimensionsausdruck der elektrischen, bzw. magnetischen Grössen in den Formen:

$$L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} \varepsilon^{\delta} \text{ bzw. } L^{\alpha'} M^{\beta'} T^{\gamma'} \mu^{\delta'}$$

auftritt, wobei das Dimensionssymbol ε nicht in den Dimensionsausdrücken der magnetischen Grössen und das Dimensionssymbol μ nicht in denjenigen der elektrischen Grössen vorkommt. Ferner ersieht man, dass die Grösse «C» explicite in den Formeln auftritt.

Da beim heutigen Stand der wissenschaftlichen Darstellung der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Erscheinungen die Einheiten der Grössen ε und μ willkürlich festgelegt sind, wurden die Grössen ε_0 und μ_0 des luftleeren Raumes als Einheiten angenommen. Der luftleere Raum ist als homogenes und vollkommen isotropes Medium anzusehen.

Die Zahl der Dimensionen kann fünf, vier oder drei werden, je nachdem man die Universalkonstante «C» aus den Maxwellschen Gleichungen eliminiert oder nicht und die Grössen ε_0 und μ_0 als mit Dimensionen behaftet oder als dimensionslos betrachtet. Die Anzahl der willkürlichen Einheiten bleibt dabei unverändert, nämlich fünf. Folglich erhält man ausser dem CGS$\varepsilon\mu$-System die elektrischen, magnetischen, Gaußschen, elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsysteme.

Daraus ersieht man, dass das Vorhandensein verschiedener Maßsysteme auf dem Bestehen der Maxwellschen Gleichungen beruht.

Es wird besonders aufmerksam gemacht, dass man das Problem der Maßsysteme nicht mit dem Coulombschen und dem Biot-Savartschen Gesetz in den elektrostatischen, bzw. elektromagnetischen Formen beginnen darf, weil dabei die Universalkonstante «C» unberücksichtigt bleibt und ohne diese Grösse das Problem unvollkommen erfasst wird. Ferner wird empfohlen, die Bezeichnungen «elektrostatisch» und «elektromagnetisch» für die entsprechenden Maßsysteme nicht mehr zu benützen, sondern durch die Bezeichnung «elektrisches und magnetisches» Maßsystem zu ersetzen. Man kommt zu diesen zwei Maßsystemen durch die zwei Arten der Eliminierung der Grösse «C» aus den Maxwellschen Gesetzen und nicht etwa durch eine besondere Beachtung des elektrostatischen, bzw. elektromagnetischen Feldes.

Den Hauptkern bildet nun das wichtige Ergebnis, dass die neuzeitliche Behauptung, «man hätte ein Maßsystem nur mit vier willkürlichen Einheiten», ein Irrtum ist, welcher darauf beruht, dass bedauerlicherweise sowohl die Universalkonstante «C» als auch das Gaußsche System nicht Gemeingut der Ingenieure geworden sind.

Es wird besonders hervorgehoben, dass sowohl in den Maxwellschen Gesetzen als auch in den Kraftausdrücken nicht die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Energieströmung $C/\sqrt{\varepsilon\mu}$ erscheint, sondern die Universalkonstante «C» allein. Durch die willkürliche Festlegung der Grössen ε_0 und μ_0 des luftleeren Raumes als Einheiten erhalten die Grössen «C» und $\dfrac{C}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}}$ gleiche Werte.

Dasselbe trifft auch für $\mathfrak{B}_0$ und $\mathfrak{H}_0$ zu. In einem solchen Raume haben $\mathfrak{B}_0$ und $\mathfrak{H}_0$ dieselben numerischen Werte und doch sind sie physikalisch nicht identisch. — (Pl. Andronescu, Arch. Elektrotechn. Bd. 30 (1936), H. 1.) *(Autoref.)*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Note au sujet des radiocommunications en montagne.

Par *M. Roesgen*, Genève.

Voir page 437.

Das Problem der Schwingungserzeugung.

538.561

Im letzten der Vorträge für technische Physik sprach Prof. Dr. Barkhausen von der Technischen Hochschule Dresden über das obige Thema. Seine anregenden Ausführungen seien hier kurz resümiert.

Schwingungen, vor allem mechanischer Art, treten in der Natur sehr häufig auf; sie werden im täglichen Leben in der vielseitigsten Weise verwendet oder auch bekämpft, ohne dass man sich über ihr Zustandekommen im einzelnen genau Rechenschaft ablegt. Ein wohlbekanntes Beispiel für einen elektromechanischen Schwingungsvorgang ist die gewöhnliche Hausklingel (Fig. 1). Wenn auch ihre Wirkungsweise auf den ersten Blick als sehr einfach erscheint, so erkennt man bei näherem Zusehen doch bald, dass das keineswegs der Fall ist. Die Klingel muss so gebaut sein, dass dem Klöppel durch die Batterie beständig Energie zugeführt wird. Das bedeutet, dass die Kraft der Feder, die den Klöppel trägt und gegen welche vom Magnetfeld der Spule Arbeit geleistet werden muss, keine eindeutige Funktion des Weges sein darf, sondern auf dem Hinweg zu den Magnetpolen grösser sein muss als auf dem Rückweg zum Schliesskontakt.

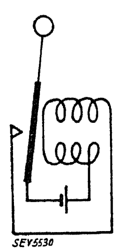


Fig. 1.

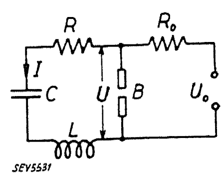


Fig. 2.

Unter den elektrischen Schwingungen ist die älteste Erscheinung der selbsttönende Lichtbogen (Fig. 2): schaltet man parallel zu einem Lichtbogen einen elektrischen Schwingungskreis, so fängt jener von selbst an zu tönen, und zwar mit der Eigenfrequenz des Schwingungskreises. Die nachträglich entwickelte allgemeine Theorie hat gezeigt, dass ein Leiter eine sog. fallende Kennlinie haben muss, damit sich mit ihm Schwingungen erzeugen lassen, d. h. sein Spannungsabfall muss mit steigendem Strom sinken. Zum Verständnis dieser Tatsache kann man auch durch eine einfache Energiebetrachtung gelangen: damit sich eine stationäre Schwingung ausbilden kann, muss jedenfalls die vom Schwingungskreis während einer jeden Periode *aufgenommene* Energie positiv sein. Sei U die am Bogen B liegende Spannung, I der Strom im Schwingungskreis, so ist die momentane Energie*abgabe* des Schwingungskreises $U \cdot I$; es muss also das über eine Periode T genommene Integral

$$\int_0^T U \cdot I \, dt < 0$$

sein. I ist ein reiner Wechselstrom; sein Zeitintegral über eine Periode wird null, U ist eine Wellenspannung, die als Superposition einer Gleichspannung und einer Wechselspannung aufgefasst werden kann. Damit das obige Integral negative Werte annimmt, muss also offenbar zunehmendem I abnehmendes U entsprechen, m. a. W. die Strom-Spannungscharakteristik muss fallend sein.

Dieses Resultat hat zur Auffindung weiterer Leiter mit fallender Charakteristik geführt, von denen hier noch das Dynatron besprochen sei. Das Dynatron ist eine gewöhnliche Elektronenröhre mit Gitter (Fig. 3). Gibt man dem Gitter eine konstante hohe positive Spannung U_g und lässt die Anodenspannung U_a von null an langsam anwachsen, so nimmt der Anodenstrom I_a von null an schnell zu, dann aber von etwa 20 V an wieder ab. Diese Abnahme beruht auf der Bildung von Sekundärelektronen, welche durch die mit hoher Geschwindigkeit auftreffenden Primärelektronen aus der Anode ausgelöst werden und zum stärker positiven Gitter hinüberfliegen. I_a kann sogar negativ werden, wenn jedes Primärelektron im Mittel mehr als ein Sekundärelektron aus-

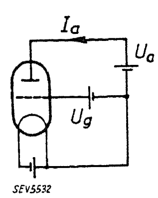


Fig. 3.

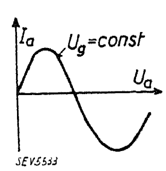


Fig. 4.

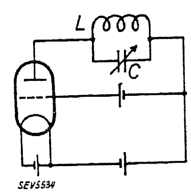


Fig. 5.

löst. Wird die Anodenspannung grösser als die Gitterspannung, so werden die austretenden Sekundärelektronen zur Anode zurückgezogen und der Anodenstrom steigt dementsprechend wieder an (Fig. 4). Infolge des mittleren fallenden Teiles seiner Charakteristik kann das Dynatron ebenso wie der Lichtbogen zu selbsttätiger Schwingungserzeugung verwendet werden. Nur ist hier der Schwingungskreis nicht wie beim Lichtbogen in Serie, sondern in Parallelschaltung anzulegen (Fig. 5), d. h. der äussere Widerstand wird bei Resonanz nicht mehr ein Minimum, sondern ein Maximum. Das hat seinen Grund darin, dass beim Lichtbogen die Stromänderung die Ursache der Spannungsänderung ist: ein Stromanstieg bewirkt eine stärkere Erwärmung des Bogens und diese ihrerseits ein Sinken der Spannung. Beim Dynatron dagegen ist die Spannungsänderung das Primäre: diese ändert die Zahl der Sekundärelektronen und damit den Strom. Dieser Wechsel von Ursache und Wirkung bedingt, wie die genaue mathematische Untersuchung zeigt, dass im einen Fall der äussere Widerstand ein Minimum (Reihenresonanz), im andern ein Maximum (Parallelkreisresonanz) werden muss.

Eine ganz andere, zu grosser Bedeutung gelangte Art der Schwingungserzeugung mit der Elektronenröhre beruht auf der von Alexander Meissner erfundenen Rückkopplung (Fig. 6). Hier wird die dem Schwingungskreis zugeführte Energie durch das Gitter gesteuert, welches induktiv an den Schwingungskreis angekoppelt ist. Die Frequenz der selbst-

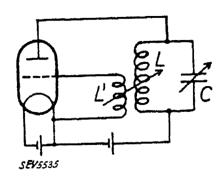


Fig. 6.

erregten Schwingungen ist wie beim Dynatron gegeben durch die Eigenfrequenz des im Anodenkreis liegenden Schwingungskreises. Eine Begrenzung der herstellbaren Frequenzen nach oben ist bedingt durch Kapazität und Induktivität des Schwingungskreises, die nicht beliebig klein gemacht werden können (für die Eigenfrequenz gilt ja $2\pi f = \frac{1}{\sqrt{Lc}}$) und ausserdem durch die Elektronenlaufzeit. Die mit Röhren üblicher Bauart erreichbaren maximalen Frequenzen betragen im Wellenlängenmass etwa 1,5 m.

In allen bisher besprochenen Fällen war die Frequenz der selbsterregten Schwingungen durch die äusseren Schaltelemente bestimmt. Ein völlig anderer Mechanismus der Schwingungserzeugung wurde vom Vortragenden während des Weltkrieges zufällig entdeckt: Bringt man das Gitter einer Triode auf eine hohe positive Spannung, die Anode auf eine von null ab regelbare negative Spannung gegen die Kathode, so sollte man erwarten, dass bei gutem Vakuum der Anodenstrom bei 1 bis 2 V negativer Anodenspannung verschwindet. Statt dessen wurde gelegentlich im Anodenkreis ein Strom beobachtet, selbst dann, wenn die Anodenspannung bis zu 100 V negativ gemacht wurde. Dieser Effekt liess sich nur durch das Auftreten von Schwingungen erklären, die eine so hohe Wechselspannung erzeugen, dass die Anode dadurch zeitweise positiv wird. Die nähere Untersuchung bestätigte diese Vermutung. Nur war hier die Frequenz nicht vom äussern Stromsystem, sondern von der Laufzeit der Elektronen in der Röhre abhängig. Diese ist bestimmt durch die Gitterspannung sowie die Weglänge, d. h. den Durchmesser der Anode. Die Berechnung ergibt für die in Wellenlängen λ ausgedrückte Frequenz

$$\lambda\ (\text{cm}) = \frac{1000\ d_A\ (\text{cm})}{\sqrt{U_g\ (\text{Volt})}}$$

wo d_A den Anodendurchmesser, U_g die Gitterspannung bedeutet.

Wenn sich Schwingungen erregen, so schwankt auch die Gitterspannung im Takte derselben. Amplitude und Phase der Gitterwechselspannung sind vom äussern Stromsystem abhängig. Bei günstiger Anordnung erhält man hohe Wechselspannungen, die natürlich auch einen Einfluss auf die Laufzeit der Elektronen und damit auf die Wellenlänge haben. Insofern kann also auch hier das äussere Stromsystem die Wellenlänge etwas beeinflussen, doch betragen die durch verschiedene Abstimmung erreichbaren Wellenänderungen nur etwa ± 25 %. Eine Wellenlänge, die keinen Zusammenhang mit der Elektronenlaufzeit besitzt, erregt sich nicht.

Was nun den Mechanismus dieser Schwingungen anbelangt, so steht zunächst fest, dass die Raumladung als Ganzes vom Glühdraht durch das Gitter zur Anode schwingen muss, und zwar so, dass während der einen Halbperiode sich die Raumladung vorwiegend im Raume Glühdraht-Gitter, während der andern im Raume Gitter-Anode aufhält, denn nur so kann zwischen Gitter und Anodenkreis das Auftreten einer Wechselspannung erklärt werden. Die gleichmässige Verteilung der Elektronen im Raume muss also aufgehoben werden, die Elektronen müssen sich zu Wolken zusammenballen. Das Eintreten einer solchen Wolkenbildung kann bis zu einem gewissen Grade durch eine Energiebetrachtung erklärt werden: die am Gitter auftretende Wechselspannung wird die gleichphasig schwingenden Elektronen anfachen, die gegenphasig schwingenden abbremsen. Die Abbremsung muss im Mittel überwiegen, wenn der Schwingungsvorgang dauernd aufrechterhalten werden soll, denn hierbei wird aus den schwingenden Elektronen Energie gewonnen, die sich in Wechselspannung umsetzt, während bei der Anfachung von der Wechselspannung an den Elektronen Arbeit geleistet wird. Es müssen also die angefachten Elektronen gegenüber den abgebremsten möglichst schnell verschwinden, damit eine weitere Anfachung unterbleibt. Das erfolgt nun tatsächlich durch die sogenannte Anodenaussortierung: die angefachten Elektronen können nämlich auch dann noch zur Anode gelangen, wenn diese eine negative Spannung besitzt, während die abgebremsten dazu nicht mehr imstande sind. Diese Anodenaussortierung kann allerdings nicht die einzige Ursache für die Selbsterregung sein. Man beobachtet nämlich auch dann noch Schwingungen, wenn man die Anode so stark negativ macht, dass überhaupt keine Elektronen zu ihr gelangen können, der Anodenstrom also völlig null wird. Die Selbsterregung ist dann jedoch bedeutend schwächer. Für diesen Fall muss zur Erklärung eine Phasenaussortierung herangezogen werden: die angefachten Elektronen fliegen weiter auf die Anode zu und haben daher eine längere Laufzeit als die abgebremsten. Dieser mangelnde Synchronismus bewirkt eine Aenderung der Phase; die Gleichphasigkeit wandelt sich um in Gegenphasigkeit, wodurch wieder eine Abbremsung eintritt.

Ein dem soeben besprochenen ähnlicher periodischer Elektronentanz kann auch durch Anwendung eines starken Magnetfeldes erreicht werden. Eine aus Glühdraht und zylindrischer Anode bestehende Röhre befinde sich in einem koaxialen Magnetfeld. Die auf ein im Magnetfeld fliegendes Elektron wirkende Kraft steht bekanntlich normal zum Feld und zur Geschwindigkeit des Elektrons. Es werden also die zur Anode hinüberfliegenden Elektronen durch das Magnetfeld zurückgelenkt. Auch hier tritt eine Anodenaussortierung ein: die angefachten, mit höherer Geschwindigkeit fliegenden Elektronen beschreiben einen weiteren Kreis und treffen dadurch die Anode, die abgebremsten bewegen sich im Raum Glühdraht-Anode und geben dabei ihre Schwingleistung nach aussen ab. Die Rückwirkung der äusseren Schwingungen auf die tanzenden Elektronen kann in verschiedener Weise erfolgen, entweder elektrisch, indem die Spannung zwischen Kathode und Anode periodisch schwankt, oder magnetisch, indem die Anode geschlitzt wird und der in ihr kreisende Schwingstrom das äussere Magnetfeld periodisch vergrössert und verkleinert. Beides ist mit Erfolg ausgeführt worden.

H. W.

Die Theorie der Mischhexode.

621.385.5 : 621.396.621.54

Mischhexoden werden bei Ueberlagerungsempfängern (Superheterodynempfängern!) verwendet. Sie gestatten in einfachster Weise gleichzeitig die Erzeugung der Ueberlagerungsfrequenz und die Mischung derselben mit der Empfangsfrequenz, d. h. die Erzeugung der Zwischenfrequenz vorzunehmen. Die grundsätzliche Betriebsschaltung einer sol-

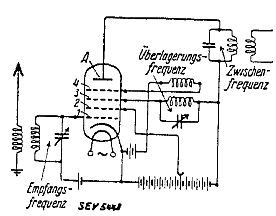


Fig. 1.
Grundsätzliche Betriebsschaltung der «Misch-Hexode».
2 hat die Bedeutung eines Schirmgitters.

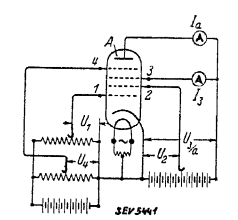


Fig. 2.
Schaltung zur Aufnahme der statischen Kennlinien.

chen Mischhexode zeigt Fig. 1. Jedes Gitter hat dabei nur eine Funktion zu erfüllen. Die Schaltung zur Aufnahme der Anodenstromkennlinien zeigt Fig. 2, woraus auch ohne weiteres die Bedeutung der Bezeichnungen abzulesen ist. Fig. 3

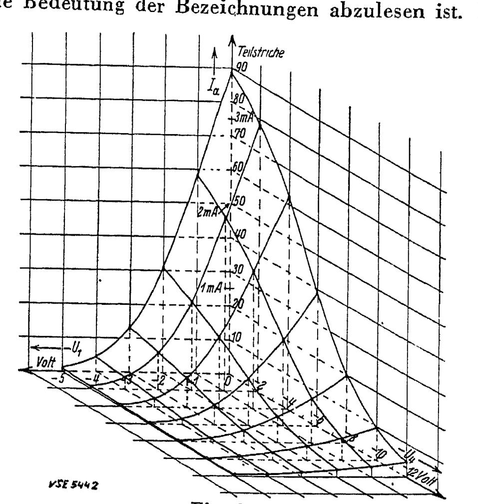


Fig. 3.
Die statischen Kennlinien in räumlicher Darstellung («Kennliniengebirge»).

gibt eine räumliche Darstellung der Funktion $I_a = (U_1; U_4)$. Nach der Theorie der Funktionen von zwei Veränderlichen ergibt sich für die Anodenstromänderung ΔI_a folgender Ausdruck:

$$\Delta I_a = \frac{\partial I_a}{\partial U_1}\Delta U_1 + \frac{\partial I_a}{\partial U_4}\Delta U_4 + \frac{1}{2}\left[\frac{\partial^2 I_a}{\partial U_1^2}(\Delta U_1)^2 + 2\frac{\partial I_a}{\partial U_1\,\partial U_4}\Delta U_1\,\Delta U_4 + \frac{\partial^2 I_a}{\partial U_4^2}(\Delta U_4)^2\right]$$

Die Differentialquotienten $\frac{\partial I_a}{\partial U_1}$ und $\frac{\partial I_a}{\partial U_4}$ entsprechen dann den Steilheiten S_1, bzw. S_4. Bewegt man sich im Gebiete geradliniger Kennlinien [1]), so verschwinden die Differentialquotienten $\frac{\partial^2 I_a}{\partial U_1^2}$ und $\frac{\partial^2 I_a}{\partial U_4^2}$, und man erhält die Gleichung

$$\Delta I_a = S_1\,\Delta U_1 + S_4\,\Delta U_4 + \frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\cdot\Delta U_1\,\Delta U_4 \;^{2)} \qquad (1)$$

Für hinreichend kleine sinusförmige Gitterwechselspannungen

$$\Delta U_1 = \mathfrak{U}_1 \sin\omega_1 t \qquad \Delta U_4 = \mathfrak{U}_4 \sin\omega_2 t$$

ergibt sich nach (1) der Anodenwechselstrom zu

$$\mathfrak{J}_a = S_1 U_1 \sin\omega_1 t + S_4\mathfrak{U}_4 \sin\omega_2 t + \frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{U}_1\cdot\mathfrak{U}_4\cdot\sin\omega_1 t\,\sin\omega_2 t \qquad (2)$$

oder in anderer Form geschrieben

$$\mathfrak{J}_a = \left[\sqrt{(S_1\mathfrak{U}_1)^2 + (S_4\mathfrak{U}_4)^2 + 2S_1\mathfrak{U}_1 S_4\mathfrak{U}_4\cos(\omega_1-\omega_2)\cdot t}\cdot\sin\left(\frac{\omega_1+\omega_2}{2}\cdot t + \varphi\right)\right] \qquad (3)$$
$$+\left[\frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{U}_1\mathfrak{U}_4\cos(\omega_1-\omega_2)t - \frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{U}_1\mathfrak{U}_4\cos(\omega_1+\omega_2)t\right]$$

Das erste Glied dieser Gleichung bedeutet eine einfache Schwebung Fig. 4c, entstanden durch Ueberlagerung der Schwingungen $\mathfrak{U}_1 \sin\omega_1 t$ und $\mathfrak{U}_4 \sin\omega_2 t$ (Fig. 4a und b). Das letzte Glied der Gl. (3) stellt das Produkt der Augenblickswerte der Schwingungen ω_1 und ω_2 dar (Fig. 4d). Man erkennt sofort die Summations- und Differenzfrequenz. Letztere ist durch die gestrichelte Kurve angedeutet. Fig. 4e endlich gibt das gesamte $\mathfrak{J}_a$ als die Summe der Kurven 4c und 4d. Jede der erwähnten Frequenzen kann durch einen Resonanzkreis aus dem Gemisch herausgeholt werden. Praktisch interessiert am meisten die Differenzfrequenz oder Zwischenfrequenz.

Um die Bedingungen für den grösstmöglichen Zwischenfrequenzstrom $\mathfrak{J}_{az} = \frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{U}_1\mathfrak{U}_4\cos(\omega_1-\omega_2)t$ zu finden, ist in Fig. 5 für eine bestimmte Röhre die Steilheit S_1 als Funktion der Gitterspannung $-U_4$ aufgetragen, wobei U_1 als Kurvenparameter gewählt ist. U_1 ist demnach so gross als möglich zu wählen. Die obere Grenze ist natürlich durch das Auftreten des Gitterstromes gegeben. $U_1 = -1{,}5$ Volt ergibt ein günstigstes U_4 von $-4{,}5$ Volt. Obige Ueberlegungen gelten für statische Kennlinien; im Falle eines Anodenwiderstandes ist derselbe für die betreffende Frequenz durch einen Kondensator zu überbrücken. Der Zwischenfrequenzkreis ist demnach durch grosse Kapazitäten und kleine Selbstinduktionen herzustellen.

Unter Vernachlässigung der Anodenrückwirkung ergibt sich für die Anodenwechselspannung der Zwischenfrequenz die Gleichung

$$\mathfrak{U}_{az} = -\mathfrak{J}_{az}\cdot\mathfrak{R}_a = -\frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_1}\mathfrak{R}_a\mathfrak{U}_1\cdot\mathfrak{U}_4\cos(\omega_1-\omega_2)t \qquad (4)$$

$\mathfrak{R}_a = \frac{L}{RC}$ ist der Resonanzwiderstand des Zwischenfrequenzkreises. Da L/C aus den genannten Gründen klein wird, muss dementsprechend der Dämpfungswiderstand R so klein wie möglich gehalten werden, damit ein genügender Spannungsabfall $\mathfrak{U}_{az}$ auftritt. Für eine modulierte Eingangsspannung $\mathfrak{U}_1\,(1 + m \sin\omega_m t)$ wird die Anodenwechselspannung der Zwischenfrequenz

$$\mathfrak{U}_{az} = -\frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{R}_a\mathfrak{U}_4\mathfrak{U}_1(1 + m\sin\omega_m t)\cdot\cos(\omega_1-\omega_2)t \qquad (5)$$

Der *Vergrösserungsgrad* $v = \frac{\text{Ausgangsamplitude}}{\text{Eingangsamplitude}}$ der Mischhexode ist

$$v = \frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}\mathfrak{R}_a\mathfrak{U}_4$$

Der Differentialquotient $\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}$ kann durch Tangentenbildung aus Fig. 5 entnommen werden. Für $U_1 = -1{,}5$ Volt, $U_4 = -4{,}5$ Volt erhält man $v = 0{,}15\ 10^{-3}\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{V}^2}$. Macht man $\mathfrak{R}_a = 20\,000\ \Omega$ und $\mathfrak{U}_4 = 4$ Volt, so wird der Verstärkungsgrad ungefähr $v = 6$.

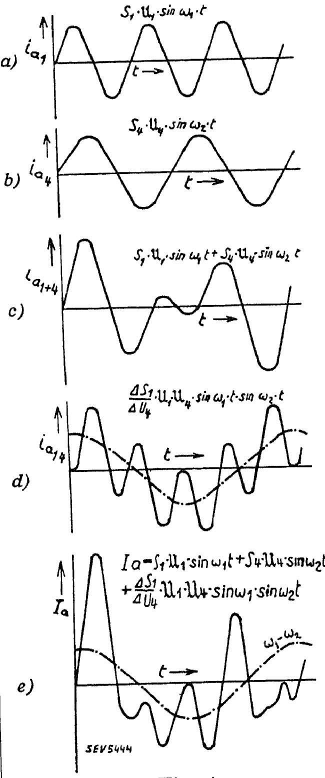


Fig. 4.
a—d Zeitkurven des Anodenwechselstromes.
e Resultierende Zeitkurve des Anodenwechselstromes.

Zur experimentellen Nachprüfung der Theorie diente die in Fig. 6 angegebene Meßschaltung. Die Wechselspannung $\mathfrak{U}_1$ wurde einem Schwebungssummer, die Wechselspannung $\mathfrak{U}_4$ einem Tonsummer entnommen. Bei geöffnetem Schalter S gelangt allein die Frequenz f_1, bzw. ω_1 an die Braunsche Röhre ($\mathfrak{U}_4 = 0$). Macht man indessen $\mathfrak{U}_1 = 0$ und $\mathfrak{U}_4 = 4$ Volt, so erhält man nur die Frequenz f_2, bzw. ω_2 am Oszillographen (Fig. 7a und 7b). Um die aus diesen beiden Spannungen sich ergebende Schwebung möglichst rein zu erhalten, wurde das dritte Glied von Gl. (2) unterdrückt. Durch eine Verminderung der Gittergleichspannung U_4 auf -10 Volt kann ja der Differentialquotient $\frac{\mathrm{d}S_1}{\mathrm{d}U_4}$ sehr klein gemacht

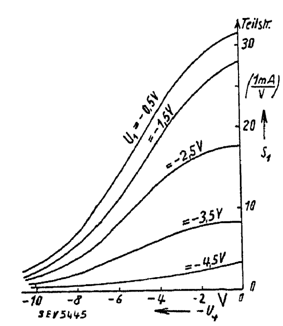


Fig. 5.
Steilheit S_1 der Anodenstromkennlinien $I_a = f\ (U_1)$ der «Misch-Hexode» Valvo X 4122 in Abhängigkeit der Gittervorspannung U_4.

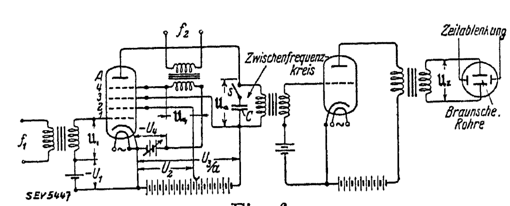


Fig. 6.
Grundsätzliche Mess-Schaltung.

1) $I_a = f_1(\mathfrak{U}_1)_{\mathfrak{U}_4} = \text{konst.}$, bzw. $I_a = f_2(\mathfrak{U}_4)_{\mathfrak{U}_1} = \text{konst.}$

2) Im Original ist die Ableitung der Gleichung (1) in elementarer Form gegeben. Die hier gegebene Ableitung wurde der Kürze halber gewählt.

werden. Das Resultat zeigt Fig. 7 c. Die normale Anodenwechselspannungskurve ergibt sich hingegen durch Einstellung der Gittergleichspannungen auf die schon oben gefundenen Optimalwerte $U_1 = -1,5$ Volt, $U_4 = -4,0$ Volt. Das

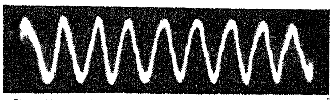


Fig. 7a.
Von $\mathfrak{U}_1$ allein erzeugte Anodenwechselspannung.

$S_1 \cdot \mathfrak{R}_{a\,1} \cdot \mathfrak{U}_1 \sin \omega_1 \cdot f_1 = 900$ Hz;
$\mathfrak{U}_1 = -1,5$ V; $U_4 = -4$ V;
$\mathfrak{U}_1 \doteq 0,8$ V; $\mathfrak{U}_4 = 0$.

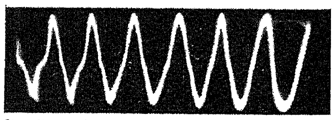


Fig. 7b.
Von $\mathfrak{U}_4$ allein erzeugte Anodenwechselspannung.

$S_4 \cdot \mathfrak{R}_{a\,4} \cdot \mathfrak{U}_4 \cdot \sin \omega_2 \cdot t \; f_2 = 700$ Hz;
$U_1 = -1,5$ V; $U_4 = -4$ V;
$\mathfrak{U}_1 = 9$; $\mathfrak{U}_4 = \sim 4$ V.

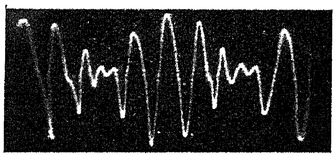


Fig. 7c.
Schwebungskomponente der Anodenwechselspannung.

$S_1 \cdot \mathfrak{R}_{a\,1} \cdot \mathfrak{U}_1 \cdot \sin \omega_1 \cdot t + S_4 \cdot \mathfrak{R}_{a\,4} \mathfrak{U}_4$
$\cdot \sin \omega_2 \cdot t$; $U_1 = -1,5$ V; $U_4 = -10$ V;
$\mathfrak{U}_1 = 0,8$ V; $\mathfrak{U}_4 = 4$ V.

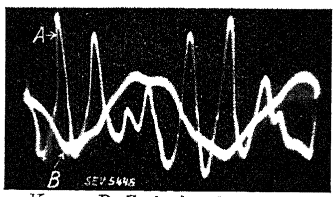


Fig. 7d.
Resultierende Anodenwechselspannung $\mathfrak{U}$.
Kurve A ohne u. Kurve B mit Kondensator.

Kurve B Zwischenfrequenz
$U_1 = -1,5$ V; $U_4 = -4$ V;
$\mathfrak{U}_1 = 0,8$ V; $\mathfrak{U}_4 = 4$ V.

Resultat zeigt Fig. 7 d, Kurve A. Wird endlich noch der Schalter S geschlossen, so tritt die Zwischenfrequenz hervor (Kurve B).

Die Grösse der Zwischenfrequenzspannung ist nach Gl. (4) im wesentlichen durch das Verhalten der Steilheitsänderung $\frac{d S_1}{d U_4}$ bedingt. Zum Vergleich sind in Fig. 8 a und b die Kurven für die Steilheitsänderungen und für die experimentell gemessenen Zwischenfrequenzspannungen nebeneinandergestellt. Die Einzelheiten sind aus der Bezeichnung der Figuren ohne weiteres verständlich.

Für die Praxis ist noch die Abhängigkeit der Anodenwechselspannung der Zwischenfrequenz von den Wechselspannungen $\mathfrak{U}_4$ und $\mathfrak{U}_1$ wichtig. Die beiden Abhängigkeiten sind in Fig. 9 und 10 dargestellt, wobei jeweils die eine der

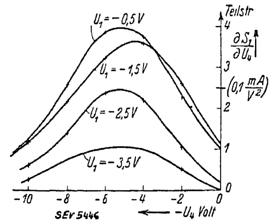


Fig. 8a.
Steilheitsänderung $\partial S_1 / \partial U_4$ der «Misch-Hexode» Valvo X 4122 in Abhängigkeit der Gittervorspannung U_4.

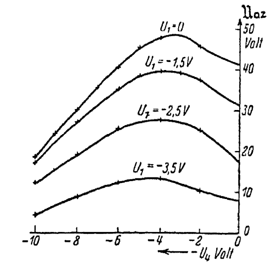


Fig. 8b.
Amplitude der Zwischenfrequenz $\mathfrak{U}_{az}$ in Abhängigkeit der Gittervorspannung U_4 und U_1; $\mathfrak{U}_1 = 0,9$ V; $\mathfrak{U}_4 = 2$ V.

beiden Wechselspannungen konstant ist. Aus Fig. 9 geht hervor, dass die Hexode durch zu hohe Eingangsspannungen $\mathfrak{U}_1$ (grösser als etwa 0,6 Volt) leicht übersteuert wird. Da die Kurve keine Anfangskrümmung besitzt, ist eine Reizschwelle nicht vorhanden, es können demnach beliebig kleine Eingangsamplituden verarbeitet werden. Anders verhält es sich dagegen mit der Abhängigkeit von $\mathfrak{U}_4$. Hier ist eine Reiz-

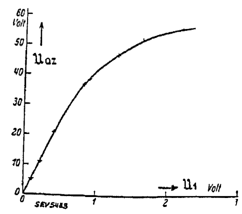


Fig. 9.
Amplitude der Zwischenfrequenz $\mathfrak{U}_{az}$ in Abhängigkeit der Wechselspannung $\mathfrak{U}_1 \cdot U_1 = -1,5$ V; $U_4 = -4$ V; $\mathfrak{U}_4 = 2$ V.

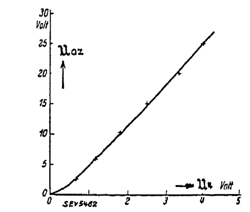


Fig. 10.
Amplitude der Zwischenfrequenz $\mathfrak{U}_{az}$ in Abhängigkeit der Wechselspannung $\mathfrak{U}_4 \cdot U_1 = -1,5$ V; $U_4 = -4$ V; $\mathfrak{U}_1 = 0,2$ V.

schwelle vorhanden, die Ueberlagerungswechselspannung $\mathfrak{U}_4$ muss deshalb genügend gross gemacht werden, was praktisch keine Schwierigkeiten bereitet. Eine obere Grenze der Spannung $\mathfrak{U}_4$ ist nur durch das Auftreten eines Gitterstromes bedingt [3]. — [J. Kammerloher, Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik, Bd. 43 (1934), S. 161.] *Hdg.*

[3] Ueber Arbeitsweise und innere Vorgänge der Mischhexode vergl. auch W. Hasenberg, Funk 1933, Heft 21, S. 333.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung 1935.

621.311(43)

In der «Elektrizitätswirtschaft», vom 25. Februar 1936 (35. Jahrg., Nr. 6), gibt die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung [1]) einen Ueberblick über ihr erstes volles Geschäftsjahr 1935. Der wirtschaftliche Aufstieg brachte für die ihr angeschlossenen Elektrizitätswerke eine Zunahme der Elektrizitätserzeugung um rund 15 % gegenüber dem Vorjahr [2]). Der Aufbau der eigenen Organisation kann mit der Erfassung von etwa 11 000 Mitgliedern, der Gründung der 15 Bezirksgruppen und der Besetzung des Beirats und der wichtigsten Arbeitsausschüsse im wesentlichen als beendet angesehen werden. Die Wirtschaftsgruppe kann also jetzt alle Kräfte den ihr zugewiesenen Aufgaben, der Beratung und Betreuung ihrer Mitglieder auf dem Fachgebiet zuwenden. Es liegt in der Natur der öffentlichen Elektrizitätsversorgung mit ihren innigen Verflechtungen zu allen andern Wirtschaftszweigen, dass dieses Gebiet sehr gross und vielseitig ist.

In erster Linie sind die Arbeiten und Bestrebungen der Wirtschaftsgruppe auf dem Gebiete der *Tarife* zu nennen. Es ist z. B. interessant, festzustellen, wieviele Werke eigentlich die verschiedenen Tarifformen eingeführt haben. Die Wirtschaftsgruppe führte bei 556 grösseren Unternehmen eine Erhebung durch mit folgendem Ergebnis: Bei 434 oder 80 % der erfassten Unternehmen ist für den Haushalt ein Grundpreistarif oder ein Regelverbrauchstarif eingeführt, während nur 122 Unternehmen ausschliesslich Zählertarife verwenden. Das Wesen des Grundpreis- und des Regelverbrauchstarifs besteht bekanntlich darin, dass entweder bei Bezahlung eines festen monatlichen Grundpreises oder nach Abnahme einer bestimmten zum normalen Preis berechneten Elektrizitätsverbrauchsmenge die Kilowattstunde billiger abgegeben wird. Dadurch erst wird der Betrieb zahlreicher Geräte, besonders auch des Elektroherdes, möglich.

[1]) S. Bull. SEV 1934, Nr. 15, S. 421.
[2]) Bull. SEV 1936, Nr. 13, S. 360, und Nr. 14, S. 408.

Die Zahl der Werke, deren Tarife die Benutzung des Elektroherdes wirtschaftlich gestattet, hat in den letzten Jahren ständig zugenommen und beträgt jetzt etwa 88 % der erfassten Unternehmen. In vielen Fällen wird daher heute schon der Energiepreis kein Hindernis mehr bilden, sich die Vorteile des Elektroherdes zunutze zu machen. Ebenso hat auch die Einführung besonderer Tarife für den Betrieb der Heisswasserspeicher beträchtliche Fortschritte gemacht. Die Erfolge der Unternehmen mit einer solchen Tarifgestaltung sowohl hinsichtlich des Verbrauchs als auch hinsichtlich der Neuanschlüsse von Herden, Heisswasserspeichern usw. lassen es wünschenswert erscheinen, sie allgemein einzuführen. Das am 13. Dezember 1935 angenommene Energiewirtschaftsgesetz [3]) gibt dem Reichswirtschaftsminister bekanntlich die Möglichkeit, die allgemeinen Tarifpreise der Elektrizitätsversorgungsunternehmen wirtschaftlich zu gestalten, und es kann gehofft werden, dass die zu ergreifenden Massnahmen sich in der Richtung bewegen werden, die durch die geschilderte Entwicklung gegeben ist.

Die *Erschliessung neuer Anwendungsgebiete* für die Elektrizität erfordert eine gründliche Erforschung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen, um deren Klärung auch die Wirtschaftsgruppe dauernd bemüht ist. An erster Stelle ist die Versorgung des ländlichen Haushalts und Betriebes zu erwähnen. Untersuchungen haben ergeben, dass die Preise für die Belieferung ländlicher Abnehmer in vielen Gebieten angemessen sind. Weitere von der Landwirtschaft erstrebte Preissenkungen sind daher nur bei erhöhtem Absatz zu erwarten. Hierbei sind die Anwendung der Elektrowärme im Haushalt des Landwirts und der Anschluss grösserer Verbraucher (Molkereien, Ziegeleien, Dreschmaschinen usw.) von grösster Bedeutung. Die günstigen Ergebnisse des Versuchsbetriebes in einigen vollständig elektrisch eingerichteten Dörfern geben Veranlassung, die Erschliessung dieses Gebietes nach Kräften zu fördern.

Die *Elektrowärme* entwickelt sich mehr und mehr zu einem auf allen Gebieten wichtigen Faktor der Elektrizitätsversorgung. Das gilt nicht nur für den Haushalt, in dem die Verbreitung der elektrischen Herde (am Jahresende 1935 etwa 400 000) und Heisswasserspeicher (am Jahresende 1935 etwa 95 000) ständig zunimmt. Auch im industriellen und gewerblichen Betrieb stehen weite Anwendungsmöglichkeiten heute noch offen. So wurden im letzten Jahr umfangreiche Untersuchungen z. B. über die Elektrizitätsverwendung im Gartenbau, im Bäckerei- und Fleischereibetrieb usw. gemacht, um nur einige Gebiete zu nennen. Wachsende Aufmerksamkeit wurde aber vor allem der Entwicklung der industriellen Elektrowärme gewidmet. Ihre besondere Bedeutung für die deutsche Rohstoffwirtschaft liegt in der Einführung neuer Fertigungsprozesse für hochwertige Rohstoffe und der Anwendung neuzeitlicher Verfahren (z. B. durch Elektroschweissung) auch im Kleinbetrieb. Die Wirtschaftsgruppe ist bemüht, durch objektive Aufklärung und Beratung aller interessierten Kreise die weitere Verbreitung der industriellen Elektrowärme zu fördern.

Die elektrotechnischen Arbeiten wurden weitgehend von der volkswirtschaftlich so wichtigen Umstellung des Leitungsbaues auf die Verwendung von Aluminium beeinflusst, die die Wirtschaftsgruppe durch Herausgabe von Merkblättern und Behandlungsvorschriften, durch Beratung ihrer Mitglieder und durch die Abhaltung von Schulungskursen unterstützte. Natürlich wurden auch auf andern Gebieten Massnahmen zur Anpassung an die eigene Rohstoffgrundlage durchgeführt, so zur Einsparung von Lagermetall mit hohem Bronzegehalt, zur planmässigen Bewirtschaftung des Oeles usw.

Von den zahlreichen rein technischen Fragen verdient vor allem die Tätigkeit der Wirtschaftsgruppe auf dem Gebiet der *Rundfunkentstörung* allgemeines Interesse. Sie hat hier nicht nur auf Grund objektiver Untersuchungsverfahren die technische und wirtschaftliche Eignung der Störschutzmittel geprüft, sondern auch durch Schulungskurse das Personal der Elektrizitätswerke in ihrer Anwendung unterrichtet. Das Ziel ist, störungsfreien Empfang im Rahmen des wirtschaftlich Möglichen zu schaffen.

[3]) Bull. SEV 1936, Nr. 1, S. 18.

Neben diesen Aufgaben war ein breiter Raum den rechtlichen Arbeiten zugeteilt. Die «Verordnung über Mitteilungspflicht in der Energiewirtschaft» veranlasste diese und ferner die statistische Erfassung der Entwicklung des Wirtschaftszweiges. Eine Rolle spielt auch die Beteiligung an den Arbeiten anderer nationaler und internationaler elektrotechnischer und elektrowirtschaftlicher Organisationen. Insbesondere der Pflege der Beziehungen zu ausserdeutschen Verbänden und Stellen, die dem «Reichsverband der Elektrizitätsversorgung» zufällt — ihm gehört die Wirtschaftsgruppe als korporatives Mitglied an — kommt grosse Bedeutung zu.

Das Energiewirtschaftsgesetz, dessen am 13. Dezember 1935 erfolgte Annahme das für die Elektrizitätswirtschaft wichtigste Ereignis des Jahres war, wird die Arbeiten des Jahres 1936 entscheidend beeinflussen und sie unter das allgemeine Ziel stellen, die Elektrizitätsversorgung so sicher und preiswert als möglich zu gestalten. *A. G. A.*

Grundfragen der italienischen Wasser-, Gas- und Elektrizitätswirtschaft.

620.9(45) : 621.311(45)

Vor einiger Zeit hat sich die Italienische Korporation für Wasser, Gas und Elektrizität mit einer Anzahl weiterer zuständiger Stellen mit den grundsätzlich wichtigen Fragen der italienischen Wasser-, Gas- und Elektrizitätswirtschaft beschäftigt. In den Verhandlungen, die sich im einzelnen auf die Elektrizitätstarife, die Elektrizitätsverwertung in der Landwirtschaft und im Haushalt, die Elektrizitäts-, Gas- und Wassermesser sowie die Preise des zu Berieselungszwecken bestimmten Wassers bezogen, wurde für die letzten Jahre eine rasche Zunahme der Produktion an hydro-elektrischer Energie und des darin angelegten Kapitals festgestellt. Aus dieser Entwicklung wurde der Schluss gezogen, dass mit einer weiteren Zunahme sowohl der Produktion als auch des für diese Zwecke investierten Kapitals zu rechnen sei, da der Wasserreichtum Italiens die Deckung auch eines grösseren Bedarfes ermöglichen würde. Es scheint, dass auch mit einer Zunahme der Bewässerung zum Nutzen der Landwirtschaft (Berieselungswasser) zu rechnen ist, obwohl diese an bestimmte vorliegende örtliche Voraussetzungen gebunden ist. Die Entwicklung der Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft wird von den Elektrizitätspreisen und der Vervollkommnung der landwirtschaftlichen Maschinen abhängig sein.

Bezüglich der Elektrizitätstarife wurden folgende grundsätzlich wichtige Erwägungen angestellt: Mit Rücksicht darauf, dass die vollkommene Ausnützung der nationalen Wasserkräfte und die allmähliche Herabsetzung der Abgabepreise der elektrischen Energie die Hauptaufgaben der elektrischen Industrie bilden, in Anerkennung der Notwendigkeit einer Differenzierung der Abgabepreise für elektrische Energie unter Berücksichtigung der verschiedenen Erzeugungs- und Verbrauchsbedingungen und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass das System der elektrischen Tarife zu verwickelt und zu schwierig ist, um eine Massenbehandlung zu ertragen, wurde die Errichtung eines korporativen Ausschusses für die Erzeugung, Uebertragung, Verteilung und Verwertung der Elektrizität angeregt, in dem die nötige Zusammenarbeit zwischen den staatlichen Verwaltungen und den beteiligten Organisationen vor sich gehen sollte. Es wurde gleichzeitig der Wunsch ausgesprochen, dass die Föderation der Elektrizitätsproduzenten und die Föderationen, die besondere Gruppen von Benutzern vertreten, den Abschluss von Verträgen ins Auge fassen mögen, die die beiderseitigen Interessen zu berücksichtigen vermögen. Dieser Beschluss war auch begründet durch die Stellungnahme der Faschistischen Nationalföderation der Leiter elektrischer Unternehmen und der Nationalföderation der in den Gemeindebesitz aufgegangenen Unternehmen, die Tarife unverändert zu lassen und anzustreben, dass unter den gegenwärtigen Umständen eine Erhöhung dieser Tarife weder in direkter noch in indirekter Form stattfinden solle. Es ergab sich aus dieser Tatsache die Möglichkeit, die Tarife für einige industrielle Verwendungsarten der Elektrizität auch in Verbindung mit den Forderungen des

Augenblicks zu überprüfen und eine Klärung und Vereinfachung der Kontrakte zu empfehlen.

Für die Elektrizitätsverwertung in der Landwirtschaft stellte die Korporation für Wasser, Gas und Elektrizität fest, dass die Verwendung der Elektrizität für den Betrieb der Wasserschöpfmaschinen bei den Meliorationsarbeiten und der Pumpen bei den Bewässerungsarbeiten sich stark vermehrt habe, dass dagegen die Verwertung der Elektrizität bei den Bodenarbeiten und in der Milchwirtschaft und auf dem Hofe noch wenig verbreitet ist, während sie besonderes Interesse verdiene; dass die Elektrifizierung des flachen Landes von der Anlage für die Verteilung abhängig und dass für einige Verwendungsmöglichkeiten weitere Verbesserungen an den Maschinen nötig scheinen, dass auch eine Zusammenlegung der Verwendungsarten einige Vorteile für eine wirtschaftlichere Ausnutzung der verfügbaren Leistung bieten und die Anschaffung von Maschinen erleichtern könne. Es wurde weiter für wichtig erklärt, zwecks Vervollkommnung der Maschinen das Studium und das Angebot geeigneter Typen zu fördern, die Landwirte in der geeignetsten Weise zu unterstützen und zu beraten, damit die elektrischen Anlagen für landwirtschaftliche Zwecke möglichst rationell angelegt werden und hinsichtlich der Tarife eine eingehende Prüfung vorzunehmen, damit sie besonders in den Nebenbedingungen vereinfacht werden. Die Möglichkeit einer Aufstellung von Richtlinien soll geprüft werden, die den Verträgen über die Belieferung mit Elektrizität zu landwirtschaftlichen Zwecken zugrunde gelegt werden können, um die Vertragsbedingungen allgemeiner Art zu vereinheitlichen und die bereits in einigen Gegenden vorteilhaft abgeschlossenen Abkommen auch auf die aufzustellenden Richtlinien auszudehnen.

Die Korporation hielt dafür, dass der Haushalt ein Gebiet ist, auf dem die Verwertung der elektrischen Energie weiter ausgebaut und gefördert werden kann; es soll dabei vermieden werden, dass die Verbreitung durch die grösseren Anlagekosten und die vertraglichen Bedingungen, die selbst wieder von der Besteuerung des Lichtverbrauchs abhängen, behindert und verzögert wird. Die Korporation machte schliesslich die italienische Regierung auf die Vorschläge aufmerksam, die die Elektrizitätswirtschaft gemacht hat, um ein Pauschalsystem für die Besteuerung des Lichtes zu erhalten, das es den energieliefernden Gesellschaften ermöglicht, jede Wohnung mit einem einzigen Stromkreis zu versehen, der, wenn auch mit einem Staffeltarif, die Elektrizität ebenso gut für Beleuchtungszwecke und für andere Anwendungen liefern kann.

Zur Frage der Elektrizitäts-, Gas- und Wassermesser hielt die Korporation die Prüfung folgender Fragen für erforderlich: Die bei den Verbrauchern angebrachten Elektrizitäts- und Wassermesser müssen einem vom Staat anerkannten Typus angehören. Dieser kann auch die Regeln für ihren Betrieb, ihren Unterhalt und die Dauer ihrer Benutzung aufstellen: der Staat prüft und stempelt die Apparate und Instrumente zur Prüfung der Messer im Betrieb und für ihre Untersuchung im Laboratorium; auf Verlangen des Benutzers kann der Staat eingreifen, um diesem bei den Prüfungen behilflich zu sein. Mit dieser Hilfe können nach freier Wahl des Benutzers Ingenieure betraut werden, die bei den Provinzialsyndikaten in ein besonderes Register eingetragen sind; für jeden Einzelfall werden die für die Unterstützung zu zahlenden Gebühren festgesetzt; der Staat kann auch eine Gruppe von Beamten bilden, die er mit den erwähnten Aufgaben betrauen kann und die auch gegebenenfalls in den Bestimmungslaboratorien geeignete Prüfungen an den Bestimmungs- und Kontrollarbeiten vornehmen können.

Bezüglich der Preise des zu Berieselungszwecken bestimmten Wassers übertrug die Korporation für Wasser, Gas und Elektrizität einer unter dem Vorsitz des Vizepräsidenten stehenden Korporation die Aufgabe, konkrete Vorschläge zur Feststellung der verschiedenen Arten von Lieferanten von Berieselungswasser zu machen, damit das Korporationsministerium Normen für deren vollkommene Eingliederung aufstellen kann. Ausserdem soll die Kommission das notwendige Material beschaffen, damit die Korporation eine vollständige Untersuchung des Problems des Berieselungswassers in allen seinen Auswirkungen anstellen kann. *O. S.*

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Juin 1935	Juin 1936
1.	Importations	en 10^6 frs	110,4	93,4
	(janvier-juin)		(622,5)	(541,9)
	Exportations		67,3	66,2
	(janvier-juin)		(402,2)	(396,1)
2.	Marché du travail: demandes de places		59 678	75 127
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	127	130
	Index du commerce de gros		89	92
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)	38 (76)	37,4 (75)
	Gaz cts/m³		27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg		5,82 (119)	5,87 (120)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes		455	259
	(janvier-juin)		(2892)	(1552)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2,5	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1307	1301
	Autres engagements à vue	10^6 frs	313	340
	Encaisse or et devises or	10^6 frs	1206	1410
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %		74,48	85,96
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		99	90
	Actions		103	111
	Actions industrielles		170	182
8.	Faillites		71	80
	(janvier-juin)		(464)	(527)
	Concordats		40	40
	(janvier-juin)		(191)	(224)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		21,3	21,9
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 1er trimestre 1935	Pour le 1er trimestre 1936
	Marchandises	en 1000 frs	39 082	25 003
	(janvier-décembre)		(176 518)	—
	Voyageurs		26 963	25 921
	(janvier-décembre)		(126 047)	—

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Juillet	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	41/2/6	40/8/9	35/10/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	193/0/0	180/15/0	233/0/0
Zinc	Lst./1016 kg	13/8/9	13/8/9	13/16/3
Plomb	Lst./1016 kg	15/7/6	15/1/3	14/7/6
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50	fr. s./t	34.20	34.20	35.70
Charbon de la Saar I 35/50	fr. s./t	32.—	32.—	29.50
Anthracite belge	fr. s./t	50.—	50.—	51.—
Briquettes (Union)	fr. s./t	35.25	35.25	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	78.—	78.— *)	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	128.50
Caoutchouc brut	d/lb	$7\frac{13}{16}$	$7\frac{3}{8}$	$5\frac{15}{16}$

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

**) Le chiffre de 88.- publié dans le no. 14 du Bull. 1936 est faux; prière de rectifier.*

Literatur. — Bibliographie.

621.355 *Nr. 1236*

Les accumulateurs électriques. Par *George Wood Vinal.* 566 p., 16,5×25 cm, 160 fig. Editeur: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (6e), 1936. Prix: broché 115 ffr., relié 125 ffr., port en sus.

L'ouvrage de M. Vinal jouit d'une réputation universelle; en effet, le nom de M. Vinal qui, en tant que Directeur du «Bureau of standards» américain, s'est spécialisé depuis de longues années dans les questions relatives aux accumulateurs, fait autorité dans la matière et son livre est de beaucoup le plus complet et le plus moderne de tous ceux qui ont été publiés. Ces qualités résultent de la situation de l'auteur qui, de par ses fonctions officielles, jouit d'une indépendance complète à l'égard des fabricants d'accumulateurs et peut publier des renseignements précieux pour le technicien, qu'un ingénieur attaché à une maison serait obligé de garder secrets.

L'accumulateur étant un appareil électrochimique, l'ouvrage nous fait connaître: au point de vue chimique, la nature et les propriétés des matériaux qui interviennent dans sa constitution et les réactions qui prennent naissance au cours de son fonctionnement; au point de vue physique, la théorie de la transformation de l'énergie chimique en énergie électrique et inversement, le rendement électrique de l'accumulateur, les facteurs qui influent sur sa capacité et sur sa résistance, son fonctionnement pendant la charge et la décharge, les dispositifs qui servent à le régler, les questions relatives à son entretien et à ses réparations, les accidents, les prescriptions à observer au cours des essais; enfin, au point de vue purement pratique, les applications multiples des accumulateurs.

L'excellente traduction que M. Génin, ingénieur en chef de la Société des Accumulateurs électriques, nous donne de cet ouvrage, dont il a complété et modifié le texte pour tenir compte des travaux les plus récents, constitue une véritable édition nouvelle.

Les fabricants des accumulateurs et des matières servant à les fabriquer et les innombrables usagers des accumulateurs (laboratoires, producteurs et distributeurs d'électricité, industries des transports, avions, automobiles, chemins de fer, services télégraphiques et téléphoniques, industrie radioélectrique, etc.) trouveront donc dans le présent ouvrage toutes les indications qui peuvent leur être utiles.

621.396.62 *Nr. 1251*

Les meilleurs Récepteurs de TSF. Technique et pratique de la construction française. Edition 1936—37. Par *P. Hemardinquer.* 40 p., 30 Fig., 27 planches, 21×27 cm. Editeur Dunod, Paris. Prix broché 18 ffr., port en sus.

La connaissance des schémas de montage des récepteurs radiophoniques, avec les caractéristiques des pièces détachées qui les composent, leurs particularités de fonctionnement, de réglage, de mise au point et de dépannage, est de plus en plus indispensable à tous les usagers de la TSF: praticiens, dépanneurs ou même amateurs. On trouve, depuis quelque temps, dans différents pays, des recueils complets de schémas de ce genre dits «*Manuels de Service*». En voici un autre qui constitue une documentation précise sur les postes récepteurs les plus récents réalisés en France.

L'ouvrage, présenté sous une forme originale, est destiné, en principe, à être renouvelé chaque année, ou même plusieurs fois par an. *Il contiendra donc toujours les renseignements les plus récents.* Il est complété, d'ailleurs, par une étude générale des derniers perfectionnements apportés aux récepteurs et des indications nombreuses sur les types de lampes. Une troisième partie offre un ensemble de schémas de montage choisis parmi les plus récents et les meilleurs, qui peuvent être réalisés au moyen des pièces détachées du commerce.

Ce recueil de la construction radio-électrique française constitue donc un ensemble absolument nouveau et très complet, qui recevra le meilleur accueil de toutes les catégories de sans-filistes.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

(ASE) pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 juillet 1936.

H. W. Kramer, Zurich (Repr. de la firme Gebr. Vedder G. m. b. H., Schalksmühle i. W.).

Marque de fabrique: (VS)

Interrupteurs de chauffage 250 V, 10 A ~, pour courant alternatif seulement.
Utilisation: pour montage dans appareils thermiques.
Exécution: socle en matière céramique.
No. 80: interrupteur de réglage, unipolaire, avec trois positions de réglage et une position de rupture de circuit.

R. H. Gachnang, Zurich.

Marque de fabrique: (GG)

Interrupteurs rotatifs, 250 V, 4 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en porcelaine; bascule à mercure.
No. 1431: interrupteur ordinaire, unipol., schéma 0
No. 1431/III: inverseur unipolaire, » III
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice intérieure en tôle de zinc; plaque protectrice extérieure en résine synthétique moulée, verre ou métal; bascule à mercure.
No. 1431 UP: interrupteur ord., unipol., schéma 0
No. 1431/III UP: inverseur unipolaire, » III

Interrupteurs à tirage, 250 V, 4 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en porcelaine; bascule à mercure.
No. 1431 Z: interrupt. ordinaire, unipol., schéma 0
No. 1431/III Z: inverseur unipolaire, » III
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice intérieure en tôle de zinc; plaque protectrice extérieure en résine synthétique moulée, verre ou métal; bascule à mercure.
No. 1431 ZUP: interrupt. ord., unipol., schéma 0
No. 1431/III ZUP: inverseur unipolaire, » III

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen* près Bâle.

Marque de fabrique: STAG

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux humides.

Exécution: socle et boîtier en matière céramique.

No. 1530:	interrupteur ordinaire unipol., schéma	0
No. 1530/I:	interrupt. à grad. unipol., »	I
No. 1530/III:	inverseur unipolaire, »	III
No. 1530/P:	interrupt. de croisement unipol., »	VI

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 15 juillet 1936.

Th. Zürrer, Ateliers électromécaniques, *Zurich.*

Marque de fabrique:

Transformateurs de faible puissance à basse tension.

Utilisation: fixe, dans locaux mouillés.

Exécution: monophasé, non résistant aux courts-circuits, avec deux enroulements secondaires; fusibles aux côtés primaire et secondaire; classe 2b, type I 22, 21 VA; boîtier en fonte grise.

Tensions: primaire, commutable pour 125, 145 et 220 V; secondaire 6 et 18 V.

Ce transformateur remplace celui pour une tension primaire unique de 220 V, soit avec boîtier en fonte de métal léger.

Moser-Glaser & Cie, Fabrique spéciale pour transformateurs, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Transformateurs de faible puissance à haute tension (transformateurs d'allumage).

Utilisation: fixe, dans locaux secs.

Exécution: monophasé, résistant aux courts-circuits, classe IIa, type IIa 0,16 Z, 160 VA; boîtier en tôle de fer.

Tensions: primaire jusqu'à 500 V au maximum; secondaire 13 000 $V_{ampl.}$.

Boîtes de dérivation.

A partir du 15 juillet 1936.

Roesch frères, Fabrik elektrotechn. Bedarfsartikel, *Koblenz.*

Marque de fabrique:

Pièces porte-bornes pour 380 V, 6 A.

Utilisation: dans locaux secs et poussiéreux.

Exécution: socle en matière céramique; bornes fixées au mastic; vis sans tête et anneau tendeur.

No. 781a spez.: avec 2 bornes.
No. 781 spez.: avec 3 bornes.
No. 782 spez.: avec 4 bornes.

Conducteurs isolés.

A partir du 15 juillet 1936.

Howag S. A., Wohlen (Arg.).

Fil distinctif de firme: rouge.

Cordons ronds, multiples, GRg, fil toronné, 0,75 et 1 mm² (désignés jusqu'ici RS) (construction selon le § 22 des normes de l'ASE pour constructeurs isolés).

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès selon le § 7 des «Conditions techniques pour lampes à incandescence» (voir Bulletin ASE 1935, No. 20, page 581), le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé aux firmes mentionnées ci-dessous, à partir du 15 juillet 1936, pour les *lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage des voies publiques, échelonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 2500 heures.*

Flux lumineux nominal: 100, 150 et 200 Dlm.

Tensions nominales: 127, 145 et 220 V.

Genre d'exécution: forme goutte; transparente ou dépolie intérieurement, socle Edison ou à baïonnette.

Usines de Lampes Electriques Aarau S. A.,	*Aarau.*	Marque «AARAU».
Société Anonyme Lumière, Fabriques Réunies de Lampes à incandescence,	*Goldau.*	» «LUXRAM».
Osram S. A.,	*Zurich.*	» «OSRAM».
Lampes-Philips Société Anonyme,	*Zurich.*	» «PHILIPS».

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 juillet 1936.

Gebr. Bühler, Maschinenfabrik, *Uzwil.*

Marque de fabrique: plaquette de firme.

Aspirateur de poussière «Kobold», modèle B, 220 V ≅ 90 W.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Liste des tensions et systèmes de courant en usage dans les différentes localités de la Suisse.

Pour répondre à un besoin réel, l'ASE a pris l'initiative de dresser une liste de tensions et systèmes de courant en usage dans les différentes localités de Suisse. Les travaux sont avancés à un tel point que l'on pourra sous peu procéder à l'impression.

Afin de pouvoir fixer approximativement l'édition, nous prions les personnes intéressées de faire leurs commandes au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, *jusqu'au 15 août,* en se servant du formulaire détachable figurant à la dernière page des annonces du présent Bulletin. Le prix de souscription de cette brochure cartonnée, forte de 80 pages environ, sera probablement fr. 3.—. Plus tard, le prix en sera plus élevé.

Les commandes pourront être exécutées dans deux mois environ.

Fête des jubilaires de l'UCS.

Selon la décision du comité, la fête des jubilaires aura lieu cette année le 5 septembre 1936 à Zoug; programme:

11 h 15: Acte solennel et remise des diplômes;
12 h 30: Banquet en l'honneur des jubilaires;

Après-midi: promenade en bâteau sur le lac de Zoug, collation à Walchwil; arrivée à Zoug avant 18 h.

Les frais du banquet sont, comme de coutume, à charge de l'UCS, de sorte que les entreprises n'ont à pourvoir, outre aux frais de voyage, qu'à ceux de la promenade avec collation.

Les membres de l'UCS ont été invités spécialement à annoncer pour cette fête ceux de leurs employés et ouvriers entrant en considération.

Demandes de renseignements concernant le matériel électrique.

(Prière d'envoyer les réponses au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.)

29. On cherche l'adresse d'entreprises ou de firmes qui seraient en mesure de vendre un transformateur triphasé (aussi de type ancien), pour 300 kVA de puissance permanente, 15 000/4000 V, 50 pér./s.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 17 | Vendredi, 21 Août 1936

L'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer?

Compte-rendu de la journée de discussion de l'ASE du 18 avril 1936, à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich.

621.331 : 625.1

Die Versammlung war von etwa 120 Mitgliedern und Gästen besucht. Sie fand unter dem Vorsitz des Präsidenten des SEV, Herrn Direktor M. Schiesser, statt. Zunächst wurde das Resultat der zweiten Preisaufgabe der Denzlerstiftung bekanntgegeben. Das Protokoll findet sich im Bulletin SEV

Im folgenden wird nung der Bericht über die Behandlung des Diskussionsthemas veröffentlicht mit zwei Nachträgen: der eine ist die Stellungnahme von Herrn Reichsbahnoberrat Mühl, München, der verhindert war, an der Versammlung teilzunehmen; der andere ist eine nachträgliche Aeusserung von Herrn Direktor Parodi, Paris, welcher an der Versammlung der in deutscher Sprache geführten Diskussion und besonders dem Referat von Herrn Oberingenieur W. Müller, Bern, nicht folgen konnte, aber Wert larauf legte, an Hand der schriftlichen Unterlagen noch einigen Gedanken Ausdruck zu geben.

120 membres et hôtes environ ont assisté à l'assemblée qui se déroula sous la présidence de Monsieur M. Schiesser, président de l'ASE. La journée débuta par la proclamation des résultats du deuxième concours pour le Prix Denzler. Voir à ce sujet le Bulletin ASE 1936, page 247.

Nous donnons ci-dessous le compte-rendu de la journée de discussion, avec deux contributions qui nous sont parvenues dans la suite. La première est de Monsieur Mühl, Munich, qui fut empêché de participer à l'assemblée. La seconde est une réplique de Monsieur Parodi qui, n'ayant pas pu suivre la discussion et, plus spécialement, la conférence de Monsieur Müller en allemand, a cependant tenu à exprimer son opinion au vu des pièces écrites.

I
Introduction

de M. **M. Schiesser**, président de l'ASE, Baden. *(Traduction.)*

Si l'Association Suisse des Electriciens s'est risquée à choisir cette question comme thème de discussion, dans le cercle de ses membres, c'est qu'elle s'y sentait en quelque sorte moralement obligée. Vous n'ignorez pas que l'ASE a été, en son temps et pour une large part, l'initiatrice de l'électrification des chemins de fer. — C'est, en effet, à l'occasion de son assemblée générale de Montreux, en 1901, que M. Ed. Tissot fit la proposition de mettre à l'étude l'introduction prochaine de l'exploitation électrique sur nos chemins de fer à voie normale. Un comité provisoire fut constitué en juillet 1902, qui conduisit en mai 1904 à la création d'une Commission suisse d'étude pour l'électrification des chemins de fer. On voit ainsi clairement l'attention que l'ASE a vouée dès le début à l'électrification de nos Chemins de Fer Fédéraux. C'est en somme à l'initiative de M. Tissot, ainsi qu'aux travaux de grande valeur de cette commission, en particulier de MM. E. Huber-Stockar et W. Wyssling, que nous devons la décision d'électrifier nos chemins de fer. Ce n'est donc nullement par présomption, mais bien plutôt pour obéir au sentiment de notre responsabilité, que nous avons décidé l'assemblée de ce jour. Nous devions évidemment choisir nos rapporteurs principaux parmi les représentants les plus en vue de différentes administrations de chemins de fer. Le programme de cette journée vous montre que nous avions prévu à cet effet trois conférenciers:

M. *Mühl*, Conseiller supérieur des chemins de fer allemands, à la Direction des chemins de fer du Reich, *Munich*,

M. *H. Parodi*, Directeur honoraire des services d'électrification de la Cie du Chemin de fer d'Orléans, *Paris*,

M. *W. Müller*, Ingénieur, Chef du service de la traction et des ateliers aux CFF, *Berne*.

Ces trois personnalités marquantes ont bien voulu accepter de prendre une part active à cette assemblée de discussion. Malheureusement, nous avons appris que M. Mühl se trouvait, par suite d'un accident d'automobile, dans l'impossibilité de venir aujourd'hui à Zurich. Nous le regrettons vivement, d'autant plus que M. Mühl nous aurait sûrement apporté une contribution fort intéressante.

Avant de passer la parole à M. Parodi, qu'il me soit permis d'exposer brièvement ce que nous attendons de cette assemblée de discussion, et ce que nous aimerions apprendre.

Ce ne sont pas seulement, à l'époque actuelle, les métiers, l'industrie et le commerce qui passent par une période riche en difficultés, mais naturellement aussi les chemins de fer et, lorsque les affaires de quelqu'un vont mal, on sait que, de tous côtés, la critique s'acharne sur lui. — Nous autres techniciens avons l'habitude de considérer froidement ce qui se passe et sommes capables de discuter sans faire intervenir d'arguments d'ordre personnel ou politique. Nous avons l'intention, par l'assemblée de discussion de ce jour, d'apporter en toute objectivité un certain contrepoids aux critiques de nature plutôt politique.

L'économie nationale de n'importe quel pays dépend et dépendra toujours dans une très large mesure de l'économie mondiale. Les industries d'exportation constatent aujourd'hui — je dirais même, avec un certain soulagement — que l'économie mondiale accuse un besoin évident de marchandises. — Mais nous nous trouvons en Suisse hors d'état de contribuer à satisfaire cette demande de produits manufacturés, du fait que nos prix ne peuvent plus suivre ceux du marché mondial. On se rend compte par là que l'économie d'un pays dépend aussi très fortement de sa propre politique nationale. L'industrie, tout comme les chemins de fer, doivent donc tirer les conséquences de cet état de choses, pour autant qu'ils aient la volonté de s'adapter à ce processus de «resserrement» et de maintenir en ordre l'état de leurs finances.

J'ai tenu à rappeler brièvement ces quelques vérités pour démontrer que les chemins de fer dépendent largement de l'économie générale de leur propre pays, et qu'ils ne peuvent ainsi contribuer que dans une bien faible mesure, par des améliorations d'ordre technique, à empêcher le «resserrement» de l'économie. — A la très forte diminution de trafic des chemins de fer, attribuable à la réduction des échanges dans tous les domaines de l'économie, est venue s'ajouter, au cours des dix dernières années, la diminution considérable de trafic due à la concurrence des autres moyens de transport.

Deux moyens seulement restent encore à la disposition des chemins de fer pour corriger les conditions dans lesquelles ils se trouvent placés actuellement. — Le premier consiste à réduire les frais d'exploitation, le second à chercher à récupérer le trafic détourné. — Nous ne voulons parler aujourd'hui que du second de ces deux moyens et la question que nous nous proposons de soumettre à l'assemblée de ce jour peut être résumée ainsi: comment ramener au rail, par le moyen d'améliorations techniques, le trafic qui s'en est détourné? Il s'agit pour cela d'examiner avant tout les causes auxquelles il faut attribuer cet abandon, puis rechercher où ce trafic s'en est allé. Sur ce dernier point, nous sommes évidemment tous d'accord: c'est la route qui a récupéré le trafic perdu par le rail. Quant aux causes de détournement du trafic, elles sont très complexes et il est difficile de les énumérer. — Pour rester dans le cadre du sujet, tel qu'il est prévu pour la discussion d'aujourd'hui, nous devons nous demander s'il s'agit d'une question de vitesse des trains, ou de la succession plus rapide des convois, ou enfin de ces deux questions à la fois. Je m'attaque ici à deux questions d'une importance fondamentale et nous serions heureux que nos rapporteurs veuillent bien y répondre. Il est indispensable de les traiter simultanément au point de vue du trafic des voyageurs et du trafic des marchandises, car ce dernier s'est également détourné en grande partie vers la route. En outre, ces deux questions doivent être encore examinées du point de vue du trafic de banlieue, du trafic à grande distance et du trafic en transit.

En se contentant de considérer la question de la vitesse des trains sous un angle quelque peu profane, on est tenté de conclure que la vitesse moyenne atteinte de nos jours ne saurait être la cause du détournement du trafic. Si nous admettons comme vitesse horaire moyenne de l'ensemble des autos celle de 40 à 50 km/h, estimation évidemment trop élevée et qui correspond à une vitesse horaire moyenne que les trains peuvent aisément réaliser sur les voies actuelles, notre supposition semble s'en trouver renforcée. Pourtant, si l'on devait conclure qu'il faille absolument réaliser des vitesses de trains beaucoup plus élevées, il resterait à examiner si cette nécessité s'impose pour le trafic voyageurs seulement ou bien aussi pour le trafic marchandises. On se rendrait compte alors qu'une discrimination par trop forte entre le trafic voyageurs et le trafic marchandises risquerait d'entraver toujours plus l'ensemble du trafic des chemins de fer. Cette question est ainsi d'une portée assez considérable également.

Plus on veut pousser la vitesse moyenne des trains et plus il faut élever la puissance des moteurs afin de réaliser des accélérations convenables, même à ces vitesses élevées. Ces dernières entraînent donc, de toute évidence, un poids propre d'autant plus élevé des véhicules. — Les poids unitaires des convois ou des automotrices, par unité de charge utile transportée deviennent par conséquent toujours plus défavorables, et c'est précisément à cet égard que les automobiles présentent un avantage marqué sur les véhicules de chemins de fer. Encore un point qui mériterait d'être traité à fond au cours de la discussion.

Après avoir éclairci la question de la vitesse, il y aurait lieu d'aborder celle de la succession plus rapide des trains, problème d'ordre technique également en partie du moins, et la discussion devrait permettre de juger de ce qu'il convient de faire, économiquement parlant, pour augmenter la fréquence des trains, soit en général, soit dans certains cas particuliers.

Ces divers points élucidés, nous aurons enfin à examiner les moyens que la technique est en mesure

de mettre à la disposition des chemins de fer électrifiés pour leur permettre de résoudre la tâche esquissée.

En résumé, il s'agit de se rendre compte si l'électrification peut être considérée aujourd'hui comme entièrement achevée, ou s'il convient encore d'accélérer le rythme du trafic. A ce propos, j'aimerais attirer votre attention sur le rapport annuel des CFF pour l'année 1934, dans lequel le nombre des trains par jour et le nombre des kilomètres-train de 1913 à 1934 est représenté par le graphique de la fig. 19. — Si j'interprète correctement ce graphique, il en ressort que la densité du trafic en 1934 ne surpasse que très faiblement celle de l'année 1913, ce qui signifierait en somme que l'électrification n'a apporté aucun changement notable dans cet ordre d'idée. Peut-être M. Müller, aura-t-il l'amabilité de nous dire si cette interprétation est bien conforme à la réalité.

J'ai dû nécessairement me borner, au cours de cette introduction, à effleurer seulement quelques-unes des questions les plus importantes qui nous préoccupent. Mais je me suis gardé d'y répondre moi-même, comme aussi de proposer une solution à l'un ou l'autre des problèmes touchés, étant donné que le but de cette séance de discussion est précisément de traiter si possible à fond ces questions et d'en faire ressortir avant tout dans quelle mesure la technique est susceptible de ramener au rail le retour du trafic que la route lui a ravi.

Je me rends parfaitement compte de la difficulté de répondre à toutes les questions posées et des obstacles qui compliqueront la solution des problèmes soulevés, mais je n'en reste pas moins convaincu que rien de tout cela ne déborde le cadre de nos possibilités, pour peu que l'on veuille fermement aller jusqu'au bout.

Et maintenant je donne la parole à M. Parodi.

II

1[ère] Conférence,

tenue par M. **H. Parodi,** Directeur Honoraire de l'Electrification des Chemins de fer d'Orléans, Paris, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Pour mieux situer la place à réserver à l'électrification dans un système coordonné de transports, l'auteur classe les lignes de Chemin de fer par ordre d'intensité de trafic en trois catégories distinctes. La première catégorie comprend les lignes pour lesquelles les dépenses d'exploitation sont supérieures aux recettes. Ces lignes doivent, en principe, être désaffectées et leur trafic cédé entièrement à la route. La seconde catégorie comprend les lignes pour lesquelles la recette, tout en étant supérieure aux dépenses d'exploitation, est insuffisante pour couvrir également les charges financières. Sur ces lignes la traction à vapeur doit être conservée tout en améliorant le service voyageurs par utilisation d'autorails de manière à appliquer, sur les lignes non électrifiées, la même méthode d'exploitation que sur les lignes électrifiées. Cette méthode est caractérisée par l'emploi de trains remorqués par locomotives, de charges aussi grandes que possible, et de trains automoteurs aussi fréquents que possible, de composition variable avec le trafic.

Enfin la troisième catégorie comprend les seules lignes qui soient réellement payantes dans les réseaux, celles pour lesquelles les recettes sont supérieures aux dépenses d'exploitation majorées des charges financières correspondantes. Etant données les valeurs moyennes du trafic sur ces lignes et la densité moyenne annuelle de consommation d'énergie par kilomètre, on constate que l'électrification de toutes ces lignes est économiquement justifiée. L'application à ces lignes de la méthode d'exploitation électrique par locomotives et automotrices suivant un dosage rationnel procure en général un accroissement de trafic substantiel, suffisant à lui seul dans bien des cas pour couvrir les dépenses d'électrification.

L'auteur montre que la réalisation de la coordination entre rail et route doit être faite par application de ces principes, mais en donnant aux questions de sécurité une place beaucoup plus importante que celle qui leur est habituellement accordée.

Um die Bedeutung der Elektrifizierung in einem Transportsystem zu beurteilen, klassiert der Autor die Eisenbahnlinien nach ihrer Verkehrsdichte in drei Kategorien: Die erste Kategorie umfasst diejenigen Strecken, bei denen die Betriebsausgaben grösser sind als die Betriebseinnahmen. Der Betrieb dieser Strecken ist grundsätzlich einzustellen; ihr Verkehr ist ganz der Strasse abzutreten. Die zweite Kategorie umfasst die Strecken, bei denen die Betriebseinnahmen wohl grösser als die Betriebsausgaben sind, aber nicht genügen, um auch die finanzielle Belastung der Strecken zu decken. Auf diesen Strecken ist der bestehende Dampfbetrieb beizubehalten, aber der Personenverkehr ist durch Schienenautomobile zu verbessern dadurch, dass auf diesen nichtelektrifizierten Strecken die gleiche Betriebsmethode angewendet wird wie auf den elektrifizierten Linien. Diese Methode ist charakterisiert durch die Verwendung einerseits von Lokomotivzügen, die so schwer als möglich sind, und anderseits von Schienenautomobilen und Motorwagenzügen, die sich in möglichst kurzen Intervallen folgen und deren Zusammensetzung dem Verkehr angepasst ist.

Die dritte Kategorie umfasst nur die Strecken des Netzes, die wirklich rentabel sind, also diejenigen, deren Einnahmen grösser sind als die Ausgaben, inbegriffen die zugehörigen finanziellen Lasten. Die Elektrifizierung der Strecken der dritten Kategorie ist wirtschaftlich gerechtfertigt, schon mit Rücksicht auf die mittlere Verkehrsdichte und den mittleren jährlichen Energieverbrauch pro Kilometer. Die Einführung der «elektrischen Betriebsmethode» auf diesen Linien durch rationellen Einsatz von Lokomotiven und Motorwagen hat im allgemeinen eine effektive Verkehrszunahme zur Folge, die in vielen Fällen für sich allein schon die Ausgaben für die Elektrifizierung decken kann.

Der Autor zeigt, dass die Verwirklichung der Zusammenarbeit zwischen Schiene und Strasse auf Grund der angeführten Prinzipien verfolgt werden muss, wobei den Sicherheitsfragen viel mehr Bedeutung beigemessen werden muss als es bisher der Fall war.

Bien que le sujet de votre journée de discussion ne porte que sur la contribution que l'électrification peut apporter à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration des chemins de fer, j'ai cru devoir, pour répondre au désir exprimé par les organes de l'ASE, examiner ici un problème d'une ampleur plus grande afin de situer plus exactement la place qui doit être réservée à l'électricité dans un programme d'ensemble de réorganisation des chemins de fer et de coordination du rail et de la

route. Le moment paraît en effet venu pour les électriciens de faire un nouvel effort en vue d'alléger, d'assouplir le matériel électrique et de lui donner les qualités qu'exige la concurrence.

Cet effort ne pourra être utilement démarré et soutenu que lorsque la nécessité de cette évolution aura pu être largement discutée et démontrée et que son sens général aura pu être déterminé.

En considérant depuis trente ans les chemins de fer comme un système durable de transport complet, les constructeurs électriciens sont parvenus à créer des locomotives électriques aussi souples et beaucoup plus légères à puissances utiles de traction égale que les locomotives à vapeur. En introduisant les automotrices et les rames automotrices dans le chemin de fer les électriciens sont parvenus à créer de nouvelles méthodes d'exploitation particulièrement bien adaptées au développement du service des voyageurs. Dans certains réseaux comme les réseaux métropolitains et interurbains traversant des régions très peuplées l'utilisation systématique des rames automotrices *reversibles* de *composition variable* a permis de créer un mode d'exploitation nouveau du Service Voyageur que l'on peut à juste titre dénommer *méthode d'exploitation électrique.*

L'application de cette méthode a entraîné dans presque tous les cas une augmentation de trafic suffisante pour justifier à elle seule l'électrification.

Les exemples fournis par le Southern Railway en Angleterre et le Long Island Railroad aux Etats-Unis sont particulièrement démonstratifs à ce sujet.

Maintenant que le développement du moteur à explosion permet d'appliquer à des lignes non électrifiées la méthode d'exploitation électrique il faut que les électriciens fassent faire à la technique électrique un nouveau progrès en réalisant du matériel possédant en plus des qualités de poids, de puissance et de prix du matériel automoteur nouveau cette qualité caractéristique du matériel électrique de traction, l'aptitude à un service continu par suppression de toute pièce sujette à usure systématique rapide.

Le domaine d'emploi de l'électricité ne sera donc plus limité dans cette conception à l'exploitation des lignes électrifiées, mais pourra être étendu à celle des lignes non électrifiées ou partiellement électrifiées.

Il convient donc, croyons nous, de nous rendre compte aussi exactement et aussi complètement que possible de l'évolution en cours en ne limitant pas notre examen au point de vue purement technique des questions, mais encore à leurs caractères économiques et sociaux. L'expérience française semble devoir être particulièrement riche en enseignements du fait même de la complication du problème que les pouvoirs publics et les compagnies ont à résoudre.

Le problème des transports se présente en France sous une forme particulièrement complexe et délicate, non seulement parce que le développement de l'automobilisme y est déjà notablement plus grand que dans les autres pays d'Europe, mais encore et surtout parce que l'Etat est intéressé financièrement à la gestion des chemins de fer sans en avoir la direction effective.

L'Etat ne peut jouer en France ni le rôle d'un arbitre désintéressé comme en Angleterre ou aux Etats-Unis, ni le rôle d'un chef d'industrie comme en Italie ou en Allemagne, et il doit négocier aussi bien avec les chemins de fer qu'avec les entreprises routières de transports pour faire adopter les mesures qu'imposent non seulement l'intérêt général, mais encore l'intérêt des transporteurs eux-mêmes.

Le problème est encore compliqué en France par l'existence de plusieurs réseaux de chemin de fer, exploitant des domaines territoriaux distincts, dont les profils sont aussi différents que les natures et les intensités de trafic.

Notons que dans tous les pays d'Europe l'étude des questions de transport est rendue particulièrement délicate du fait de l'absence de statistiques complètes définissant les trafics et les prix de revient.

Pour le *rail*, même quand on dispose de tous les états statistiques et comptables dressés par les réseaux, on ne peut obtenir faute d'une organisation convenable les prix de revient comptable de l'exploitation ligne par ligne ou service par service. Il serait cependant utile de connaître exactement les dépenses d'exploitation séparées des services voyageurs et marchandises, ou les dépenses d'exploitation d'une ligne avant et après changement du type d'équipement ou de système d'exploitation.

Pour la *route* aucune mesure n'ayant été prise en vue de l'établissement de statistiques officielles donnant le volume des trafics ou les prix de revient des transports on ne peut que faire des évaluations grossières des uns et des autres.

Aux Etats-Unis au contraire l'Interstate Commerce Commission a obtenu depuis longtemps que tous les transporteurs, quels qu'ils soient, fournissent chaque année des renseignements détaillés sur la marche de l'exploitation, établis suivant des règles uniformes, précisées par le gouvernement. La documentation ainsi rassemblée officiellement et publiée chaque année est sur bien des points beaucoup plus complète que celle que les compagnies européennes de chemin de fer établissent pour elles-mêmes. Seule l'adoption d'une comptabilité unifiée pour les transports ferroviaires et routiers permettra aux pouvoirs publics et aux transporteurs eux-mêmes de savoir exactement ce qu'ils font et ce qu'ils doivent faire.

Remarquons en passant, combien la méthode d'investigation que constitue *la comparaison des prix de revient partiels* est défectueuse et dangereuse puisqu'elle permet, en utilisant des résultats exacts, mais incomplets de présenter chaque comparaison sous la forme la mieux adaptée à la conclusion à laquelle on veut parvenir. On ne saurait trop insister pour que les statistiques et la comptabilité des entreprises de transport soient tenues de manière à ce que l'on puisse tirer des conclusions

certaines des expériences diverses que les circonstances nous obligent à faire depuis la guerre. Nous verrons que dans beaucoup de réseaux, les réseaux français en particulier, de nombreuses statistiques ne sont plus tenues depuis la guerre, c'est-à-dire dans la période où leur consultation aurait été la plus instructive.

Quelles que soient les difficultés des études faites ou à faire, quelle que soit l'incertitude pouvant régner sur leurs résultats numériques nous devons remarquer que les statistiques françaises et anglaises sont parmi les statistiques européennes celles qui fournissent le plus d'enseignements, précisément parce que les conditions du service étant très différentes dans les diverses compagnies et les méthodes d'exploitation assez voisines les unes des autres, on peut, en analysant les résultats d'exploitation des divers réseaux faire apparaître quelques principes généraux qui nous semblent avoir une importance capitale pour l'étude que nous avons en vue. Pour faire une pareille analyse il faut faire choix d'un paramètre caractérisant le service sur chaque section de ligne considérée. Le seul paramètre que nous puissions pratiquement utiliser est ce que j'appellerai *l'intensité moyenne annuelle* de trafic. Cette intensité I sera définie par la somme des *trafics à distance entière* (voyageurs + marchandises) que l'on trouve ou plutôt que l'on trouvait dans les statistiques françaises d'avant guerre (tableaux XXXVI des statistiques de 1913).

Cette intensité I n'est autre chose que le quotient par la longueur de la ligne, comptée en kilomètres de la somme des trafics voyageurs kilomètres et tonnes de marchandises kilomètres que fournissent les états de vente de billets de voyageurs et de factures de transport de marchandises.

La considération de ce paramètre permet, malgré son insuffisance théorique, de mettre un peu d'ordre dans les résultats en apparence assez incohérents que fournit l'étude directe, comptable ou statistique, de l'exploitation d'une ligne donnée.

D'une façon générale on peut dire que si on classe les lignes d'un même réseau sur lequel les méthodes d'exploitation sont pratiquement unifiées, par ordre d'intensités de trafic croissantes, on constate que sauf quelques exceptions, les résultats économiques de l'exploitation sont d'autant meilleurs que l'intensité du trafic est plus grande.

Cette proposition ne fait que traduire une des caractéristiques essentielle de toute *organisation collective:* le rendement économique d'un système industriel est d'autant meilleur que son *utilisation* est plus élevée. Ce qui est vrai pour l'utilisation de l'outillage est également vrai pour les charges financières, ces charges variant en fait assez peu et en tous cas beaucoup moins rapidement que l'intensité du trafic. On peut dans ces conditions classer les lignes d'un réseau de chemin de fer en trois catégories:

Catégorie I: Lignes pour lesquelles les dépenses d'exploitation sont supérieures aux recettes.

Catégorie II: Lignes pour lesquelles les dépenses d'exploitation majorées des charges financières sont supérieures aux recettes.

Catégorie III: Lignes pour lesquelles les dépenses d'exploitation, majorées des charges financières sont inférieures aux recettes.

Les lignes de cette dernière catégorie sont les seules qui soient «payantes» et c'est avec les bénéfices procurés par l'exploitation des lignes de la catégorie III que l'on couvre en totalité ou en partie le déficit entraîné par l'exploitation des lignes des catégories I et II.

Les charges de capital étant supposées immuables, on voit que les réseaux auraient intérêts à cesser l'exploitation des lignes de la catégorie I s'ils ne peuvent trouver de moyen de réduire suffisamment les dépenses d'exploitation sur les lignes en question.

Dans les conditions de service de 1913 pour un réseau ayant un développement total de 38 922 km, à l'intensité de trafic moyenne $I = 1{,}13$ millions correspondaient un coefficient d'exploitation moyen de 0,64 $\left(\frac{\text{Dépenses: 1286 millions}}{\text{Recettes: 2018 millions}}\right)$ et un coefficient de charges financières de 0,36 $\left(\frac{\text{Charges financières: 733 millions}}{\text{Recettes 2018 millions}}\right)$

Les lignes se classaient comme il suit [1]) :

Catégorie I: 10 136 km (26,4 % du total) avec un trafic moyen de $I = 0{,}284$ millions. Le coefficient d'exploitation moyen était de 1,34 $\left(\frac{\text{Dépenses: 159,2 millions}}{\text{Recettes: 119,4 millions}}\right)$ et le coefficient moyen de charges financières: 0,76 $\left(\frac{\text{Charges: 89,1 millions}}{\text{Recettes: 119,4 millions}}\right)$.

Catégorie II: 16 107 km (41,1 % du total) avec un trafic moyen de $I = 0{,}768$ millions. Le coefficient d'exploitation moyen était de 0,73 $\left(\frac{\text{Dépenses: 476 millions}}{\text{Recettes: 619 millions}}\right)$ et le coefficient moyen de charges financières 0,55 $\left(\frac{\text{Charges: 339 millions}}{\text{Recettes: 615 millions}}\right)$

Catégorie III: 12 679 km (32,5 % du total) avec un trafic moyen de $I = 2{,}3$ millions. Le coefficient d'exploitation moyen était de 0,51 $\left(\frac{\text{Dépenses: 650 millions}}{\text{Recettes: 1282 millions}}\right)$ et le coefficient moyen de charges financières 0,24 $\left(\frac{\text{Charges: 304 millions}}{\text{Recettes: 1282 millions}}\right)$

Bien entendu, cette répartition n'est plus exacte dans les conditions économiques actuelles car l'équi-

[1]) Les intensités de trafic moyennes obtenues correspondent sensiblement à des densités linéaires moyennes de consommation de combustible de 70 à 160 et 400 tonnes par kilomètre et par an respectivement.

On pourrait déterminer ces consommations en tablant sur une charge totale remorquée d'environ 3 tkm par unité de trafic et sur une dépense de combustible de l'ordre de 60 grammes par tonne-kilomètre remorquée.

L'expérience européenne en matière d'électrification faisant ressortir une consommation linéaire de combustible par kilomètre et par an de l'ordre de 400 tonnes on voit que la presque totalité des lignes de première catégorie soit environ 10 à 12 000 km aurait pu être électrifiée en France économiquement. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

libre entre les dépenses et les recettes *totales* qui devait être maintenu, conformément aux termes de la loi de 1921 par variation des tarifs de transport, a été rompu quand, après la dévalorisation du franc, les pouvoirs publics se sont opposés à l'application de la loi en ce qui concerne les relèvements de tarifs. En fait, alors que les dépenses croissaient dans le rapport de 1 à 7 ou 8 quelquefois même dans le rapport de 1 à 10, les recettes par unité de trafic n'augmentaient que dans le rapport de 1 à 5 avec d'ailleurs un retard considérable. On peut dire qu'en France la concurrence du rail et de la route a entraîné pour les chemins de fer non seulement une perte directe de trafic, mais encore un manque à gagner considérable sur les transports encore effectués par rail. Ajoutons que la tarification des chemins de fer, établie en France, au moment où les réseaux exerçaient un monopole de fait, n'est pas directement fonction des prix de revient des transports, mais dépend de la valeur des marchandises transportées; l'écrémage du trafic a pu de ce fait être aisément réalisé par les transports routiers. Les entreprises routières ont pu sans difficulté consentir des prix de transport inférieurs à ceux du chemin de fer pour les marchandises chères, alors que les réseaux conservaient l'obligation d'assurer des transports insuffisamment rémunérateurs.

Il résulte de cette organisation chaotique que bien que l'intensité des transports encore assurés sur rail soit supérieure à celle de 1913 ($I = 1{,}26$ millions au lieu de $I = 1{,}13$) le coefficient moyen d'exploitation est maintenant d'environ 100 % et le coefficient de charges financières de 31 %.

Pour bien comprendre la situation actuelle des réseaux de chemin de fer il faut se rappeler qu'immédiatement après la guerre et jusque vers 1929 ou 1930 le trafic des réseaux a augmenté dans des proportions jamais atteintes jusque là, l'allure de l'accroissement annuel s'étant élevé à 6 % pour une allure moyenne de 3 %. Pendant cette période les compagnies se sont surtout préoccupées de prendre les mesures nécessaires pour répondre à des besoins, qu'elles croyaient devoir être toujours croissants.

Depuis 1930 le trafic a commencé à décroître à une allure encore plus rapide que pendant la période d'activité, pour devenir presque étale à l'heure actuelle.

Des augmentations considérables de capital ont été faites pendant cette période et, malgré la dévalorisation du franc qui avait procuré un allègement sensible des charges financières, celles-ci ont repris par rapport aux recettes annuelles une valeur analogue à celle qu'elles avaient avant la guerre.

A quoi ont servi les sommes procurées par ces augmentations de capital? D'une part à des travaux essentiellement *improductifs* ayant pour objet d'accroître la sécurité de l'exploitation, d'autre part à des travaux qui devraient être *productifs*, correspondant au développement et au perfectionnement de l'outillage.

Les capitaux engagés dans les travaux intéressant la sécurité (signalisation, renforcement de voie, voitures métalliques, etc., sont extrèmement considérables et avant d'examiner les conséquences sur les résultats de l'exploitation des travaux dits productifs, nous croyons utile d'instister un peu sur les questions de sécurité.

La sécurité en fonction de l'intensité du trafic.

La question de la sécurité que j'aborde seulement ici pour montrer combien la notion de respect de la vie humaine est comprise différemment sur *rail* et sur *route* est extrêmement importante, et j'estime qu'il est du devoir de tous d'agir sur l'opinion publique et sur les pouvoirs publics pour faire cesser ces hécatombes qu'entraine la circulation routière. Rappelons avant tout que certains pays, comme les Etats-Unis, se sont émus depuis longtemps de cette situation catastrophique sur laquelle on jette dans nos pays d'Europe un voile peut-être un peu trop discret.

Ci-dessous le texte d'une affiche maintenant apposée un peu partout aux Etats-Unis.

«Ce qui coûte plus cher que la guerre! En dix «huit mois de guerre les forces expéditionnaires «ont perdu 50 310 tués et ont eu 182 674 blessés.

«Bilan des accidents de la circulation en temps «de paix, aux Etats-Unis pour la période de dix «huit mois se terminant le 20 juin 1935: 51 200 «tués et 1 304 000 blessés.»

Avant donc de parler de la répartition du trafic entre rail et route compte tenu de l'économie procurée par l'emploi de l'automobile, ne serait-il pas raisonnable de se rendre compte de ce que l'exploitation de la route par les méthodes actuelles coûte de vies humaines. L'étude des statistiques publiées par divers pays montre que le nombre des tués et des blessés est *sensiblement proportionnel au nombre d'automobiles en circulation.* Dans le cas particulier de la France bien qu'il n'existe pas de statistique spéciale des accidents de la route on peut dire que chaque année nous avons à déplorer par 1000 voitures en circulation 2,4 morts et 60 à 80 blessés. Dans le tableau ci-dessous sont indiqués pour la période de 1924 à 1934 les nombres de morts déduits des statistiques du Ministère de l'Intérieur. Les nombres d'automobiles en service figurant dans ce tableau sont ceux indiqués par les annuaires Citroën et les publications de Michelin.

Années	Nombre de véhicules automobile en circulation N	Nombre T défini par la formule $T = \frac{2{,}4\,N}{1000}$	Nombre de personn. tuées dans la circulation routière M Statistiques officielles	Ecarts entre T et M en %
1924	670 000	1 608	1 594	— 0,9
1930	1 544 000	3 750	4 061	+ 7,2
1931	1 710 000	4 104	4 121	+ 0,4
1932	1 731 000	4 154	4 260	+ 2,5
1933	1 873 000	4 495	4 505	+ 0,2
1934	2 010 000	4 824	4 737	— 1,8

Ce nombre moyen de morts annuels de 2,4 par mille automobiles en circulation, s'il est réduit aux Etats-Unis à 1,44 (35 769 morts pour environ 25 millions d'automobiles) s'élève par contre à 3,86 en Angleterre (7290 morts pour 1,9 millions d'automobiles).

En ce qui concerne les blessés les statistiques américaines font ressortir que leur nombre est environ 25 fois plus grand que celui des morts; les statistiques anglaises accusent une proportion encore plus grande de 33 blessés pour un mort: Dans la période de 48 semaines comprise entre le 30 décembre 1934 et le 30 novembre 1935 il y a eu en Angleterre 6016 morts pour 203 262 blessés!

Nous voyons donc qu'en France au nombre de 4737 morts figurant dans les statistiques du Ministère de l'Intérieur doivent correspondre 4737 × 25 à 33 soit 120 000 à 160 000 blessés. Autrement dit la perte qu'entraîne en France la circulation sur route de 2 millions d'automobiles correspond comme *morts* à l'effectif de 3 régiments et comme blessés à l'effectif de plus de 5 corps d'armée!

Ajoutons que les accidents déjà trop fréquents vont non seulement se multiplier avec l'accroissement du nombre des automobiles, mais encore augmenter d'importance du fait du développement des véhicules lourds, cars et camions. Faute d'une police suffisante de la route les conducteurs de voitures lourdes abusent trop souvent de l'immunité relative que leur confère la plus grande solidité de leurs châssis au point de vue de la résistance aux chocs pour transgresser les règles les plus impérieuses du Code de la route. En attendant une réglementation sévère et précise qui s'impose, circulent et circuleront en France jusqu'en 1940 des camions déjà construits de dimensions dépassant celles prévues par les règlements actuels. Cette tolérance présente pour les usagers de la route un danger permanent se traduisant par une augmentation indéniable de l'importance des accidents.

Notons que les statistiques anglaises du Ministère des Transports, qui sont extrêmement bien tenues, fournissent des renseignements extrêmement suggestifs sur la fréquence des accidents aux différentes heures de la journée. L'examen du tableau ci-dessous, déduit des statistiques correspondant à la période de 48 semaines définie antérieurement, confirme bien que les accidents sont d'autant plus nombreux que la circulation est plus intense.

Proportions en % du nombre d'accidents de la circulation routière aux différentes heures de la journée.

Heures de la journée	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre d'accidents	0,87	0,26	0,33	0,13	0,20	0,67	1,93	3,20	3,0	2,2	4,13	4,13	

Heures de la journée	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nombre d'accidents	5,9	6,1	5,4	5,8	6,9	11,0	10,2	8,2	5,4	4,8	6,7	1,3	

Aux heures d'affluence le nombre d'accidents est de 2,5 à 3 fois supérieur à la moyenne (4,16 %).

La vie d'une automobile étant de l'ordre de 7 ans (statistiques américaines) on peut donc dire que dans son existence une automobile sur 60 a occasionné la mort d'un homme et une automobile sur deux a occasionné un accident de personne.

Il importe de rapprocher ces chiffres de ceux correspondant à la circulation sur rail en n'oubliant pas que le volume de la circulation est encore incomparablement plus grand sur la voie ferrée que sur la route.

Le nombre des pertes que l'on a à déplorer en France du fait de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt général (accidents de trains) est indiqué dans le tableau ci-dessous pour la période 1928 à 1934.

Années	Nombre d'accidents	Nombre de tués			Nombre de blessées		
		Voyageurs	Agents	total	Voyageurs	Agents	total
1928	58	25	13	38	276	54	330
1929	40	0	12	12	46	37	83
1930	63	35	15	50	161	85	246
1931	51	9	14	23	69	49	118
1932	35	26	10	36	108	42	190
1933	30	249	13	262	389	16	405
1934	30	16	5	21	118	30	148
			moyennes	63			211

Nous voyons donc que pour un trafic annuel de l'ordre de 70 milliards d'unités de trafic sur rail et de 35 à 40 milliards d'unités de trafic sur route, il y a en tant que morts et blessés, environ 300 accidents sur rail contre 150 000 sur route.

Il apparaît donc que les milliards dépensés par les chemins de fer pour assurer la sécurité des voyageurs et des agents ont produit d'heureux résultats, et on peut se demander combien il faudrait dépenser de milliards pour assurer sur la route une sécurité de même ordre que celle assurée sur les chemins de fer.

Remarquons d'ailleurs que ce que nous avons dit au sujet des dépenses engagées par les chemins de fer pour la sécurité, dépenses que nous avons qualifiées d'improductives, ne paraît plus maintenant exact; si on songe en effet qu'une assurance dite *tous risques*, ne couvrant cependant pas les risques de mort ou de blessures des propriétaires d'une automobile, coûte de 2500 à 3000 fr., on voit que pour les deux millions d'automobiles circulant en France, la somme dépensée annuellement pour compenser les dégâts occasionnés par la circulation routière, dépasse 5 millards. Cette somme est notablement plus élevée que le déficit actuel des chemins de fer français.

Signalons maintenant que l'indifférence de l'opinion publique, en matière d'accidents routiers, a fait admettre sur le rail l'application de méthodes d'exploitation qui devraient être considérées comme inadmissibles, si on se place au simple point de vue de la logique. Nous nous bornerons à souligner quelques incohérences particulièrement flagrantes, non certes pour critiquer ce que l'on ap-

pelle déjà la modernisation du chemin de fer, mais simplement pour montrer la nécessité d'établissement d'un plan d'ensemble coordonnant non seulement le rail et la route, mais encore diverses conceptions de l'exploitation ferroviaire.

En ce qui concerne la construction du matériel roulant, et plus spécialement la construction des voitures à voyageurs, il y a incompatibilité absolue entre ces conceptions d'une voiture de remorque métallique de grande ligne et celle d'un autorail. Ces deux types de véhicules sont appelés à circuler à des vitesses analogues, mais alors que l'on impose, au moins aux Etats-Unis, des valeurs minima pour la résistance à l'écrasement, aucune prescription analogue n'est prévue pour les autorails. Alors que le souci de la sécurité a été poussé, au moins aux Etats-Unis, jusqu'à procéder à des essais directs de robustesse par précipitation de certaines voitures métalliques au bas d'un remblai, aucun essai du même genre n'a jamais été, à ma connaissance, envisagé pour aucune automotrice. Il serait désirable de faire disparaître cette anomalie et les chemins de fer doivent indiquer, après examen sérieux, voire même après essai à outrance, les règles à suivre pour assurer à tous les voyageurs une sécurité à peu près égale.

En ce qui concerne les risques d'incendie, on ne comprend pas bien, comment les pouvoirs publics, après avoir imposé, au moins dans certains pays, la suppression de l'éclairage au gaz, à la suite d'accidents peu nombreux autorisent la circulation de véhicules moteurs portant sous la caisse ou dans la caisse où se trouvent les voyageurs, plusieurs centaines de litres d'essence. Les accidents qui se sont déjà produits, tant en France qu'à l'Étranger, montrent cependant que le danger d'incendie existe indiscutablement aussi bien dans les autorails à essence que dans les autorails à moteur Diesel.

Il y a là, au point de vue de la sécurité, une anomalie au moins aussi flagrante que celle relative à la résistance, mais beaucoup plus difficile à faire disparaître.

Ces questions nous intéressent au premier chef, car, suivant les décisions qui seront prises, le problème de la construction des automotrices électriques légères se posera dans des conditions de difficulté plus ou moins grande.

Nous retiendrons de ce court exposé que l'amélioration du service de voyageurs ou des marchandises sur les chemins de fer ne doit pas être étudiée en considérant ce qui a été fait ou peut être fait sur route comme un modèle parfait, mais qu'il convient seulement de profiter du mouvement d'opinion créé par la traction routière pour appliquer enfin sur rail ce que j'ai tenu à appeler, dès l'origine de cette note, les méthodes d'exploitation électrique.

Les observations qui viennent d'être présentées, tant en ce qui concerne les conditions d'utilisations des chemins de fer ou transports collectifs, qu'en ce qui concerne les dangers de la multiplication excessive des appareils de transport individuels, vont nous permettre de jeter un peu de clarté dans l'étude des deux problèmes qui nous intéressent ici, réorganisation des transports sur rail et organisation des transports sur route, problèmes qui sont dès maintenant tellement enchevêtrés que l'on ne peut plus chercher la solution de l'un sans chercher en même temps la solution de l'autre.

Remarquons, tout d'abord, qu'au point de vue technique et économique les domaines d'emploi du rail et de la route sont à peu près complémentaires. Pour les services à grande intensité et à grande distance, le chemin de fer travaille, nous l'avons vu, à haut rendement, tandis que le danger occasionné par les transports routiers croît avec l'intensité du trafic.

Pour les services à faible intensité, les transports individuels sur route manifestent une supériorité indiscutable, en raison, notamment, de la multiplicité des itinéraires qu'ils permettent de suivre.

Nous pouvons donc dire qu'un accord peut et doit être réalisé dans l'intérêt général, en utilisant chaque mode de traction là où il est le plus commode ou le plus économique. Dans la conception de ces termes de commodité et d'économie, il conviendra de tenir compte des dépenses à engager ou des réductions de vitesse à accepter, pour assurer sur route une sécurité équivalente à celle déjà réalisée sur rail. Le dépassement de certaines dimensions, ou de certaines vitesses, ne devrait être toléré que sur des routes spécialisées faisant alors double emploi avec les chemins de fer. L'organisation de telles routes se conçoit fort bien au point de vue touristique, et encore mieux au point de vue militaire, à condition toutefois que la maniabilité et la robustesse des véhicules circulant sur ces routes soient comparables.

Nous pouvons donc maintenant examiner comment seront organisés les services, en partant de notre classification en trois catégories des lignes de chemin de fer, lignes qui, d'une façon, doivent être *suréquipées* pour la catégorie III, *supprimées* pour la catégorie I, et *améliorées* pour la catégorie II.

Suréquipement des lignes de catégorie III.

Pour les lignes de la catégorie III, qui sont les seules lignes dont l'exploitation procure des bénéfices substantiels aux chemins de fer (recettes supérieures aux dépenses d'exploitation majorées des charges financières), nous avons toujours soutenu, en thèse générale, qu'elles devraient être électrifiées. Il n'y a plus maintenant de doute sur les résultats économiques des électrifications, puisque nous constatons que même dans la période de crise que nous traversons, alors que l'argent est cher et que le trafic diminue, la substitution de l'électricité à la vapeur se poursuit à une allure moyenne de l'ordre de 1000 kilomètres par an en Europe seulement.

Le tableau ci-dessous, déduit des statistiques de l'Union internationale des chemins de fer, justifie cette proposition.

Longueur des lignes électrifiées en Europe à la fin de chaque année.

Pays	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Allemagne	1205	1491	1534	1541	1574	1614	1870	2047
Autriche	505	710	776	822	822	822	868	868
Espagne	93	94	368	368	368	370	370	370
Esthonie	12	12	11	11	11	11	11	11
France	1119	1208	1303	1600	1931	1965	2076	2175
Angleterre	644	693	718	771	772	866	866	822
Hollande	135	134	134	134	183	183	183	202
Hongrie	66	66	66	66	66	66	156	156
Italie	1251	1248	1614	1615	1945	2040	2104	2453
Norvège	123	141	190	194	194	194	194	194
Suède	909	909	908	908	907	1281	1770	2142
Suisse	1665	1891	1906	1906	1966	2041	2020	2295
Tchechoslovaquie	53	77	78	78	78	78	78	78
	7780	8674	9606	10014	10817	11531	12666	13863

Pour nous rendre compte de la nature des lignes électrifiées et les situer au point de vue du trafic dans les réseaux, nous avons calculé, en utilisant les tableaux de l'Union internationale des chemins de fer, d'une part les consommations annuelles de combustible par kilomètre de ligne sur les parties des réseaux non électrifiés et, d'autre part, les consommations annuelles d'énergie par kilomètre de ligne sur les sections électrifiées. Ces calculs conduisent au résultat général suivant: En moyenne, la consommation de combustible sur les lignes encore exploitées à vapeur est d'environ 200 tonnes par kilomètre et par an, alors que la consommation moyenne d'énergie sur les lignes électrifiées dépasse 200 000 kWh par kilomètre et par an. Comme à cette consommation d'énergie électrique correspond avant électrification une dépense de charbon, d'environ 400 tonnes [2]), on voit que la totalité des lignes électrifiées rentre dans la catégorie III.

Pour savoir, inversément, si toutes les lignes de la catégorie III méritent d'être électrifiées, il faudrait posséder ou établir les rendements économiques individuels des grandes lignes de chemins de fer. Dans l'état actuel du trafic, il est clair que le nombre des lignes réellement payantes est beaucoup plus réduit qu'en 1913, mais il n'en demeure pas moins vrai que le calcul direct montre que pour toutes les lignes, dont la consommation kilométrique de combustible est de l'ordre de 500 tonnes par an, l'électrification procure une économie substantielle d'exploitation.

C'est ici que la répartition des lignes de chemin de fer entre plusieurs compagnies ayant chacune leur comptabilité permet de se rendre compte des avantages économiques de l'électrification, quand elle est rationnellement réalisée.

L'examen des résultats d'exploitation des divers réseaux de chemins de fer français montre en effet, *d'une part*, que le coefficient de charges financières (rapport des charges financières aux recettes) est sensiblement le même pour le réseau d'Orléans (PO) qui, en électrifiant seulement 4,6 % de ses lignes, assure électriquement plus de 30 % de son mouvement; et, *d'autre part*, que le coefficient d'exploitation (rapport des dépenses aux recettes) du réseau PO, qui n'était pas meilleur que celui des autres réseaux *avant* électrification, est devenu systématiquement meilleur depuis. C'est ainsi, par exemple, qu'en 1926, avant électrification, le coefficient d'exploitation du PO était 78,6 %, contre 71,8 % pour le PLM et 71,6 % pour l'Est, alors qu'en 1933 (malgré la baisse du trafic particulièrement défavorable à l'exploitation électrique, aux dires de quelques détracteurs de l'électrification), le coefficient d'exploitation du PO était de 91,85 % contre 99,08 % pour l'Est, 100,2 % pour le Nord, 102,3 % pour le PLM.

Les faits se sont donc chargés de dissiper cette légende, soigneusement entretenue par des organismes intéressés, que l'électrification doit conduire en temps de crise à des résultats catastrophiques. Cette contre-vérité est d'autant moins soutenable qu'en 1934, après réalisation de l'exploitation commune PO—Midi, les résultats de cette exploitation sont demeurés encore meilleurs que ceux des réseaux exploités exclusivement à vapeur. Les coefficients d'exploitation du PO—Midi ont été de 92 % en 1934, contre 94,09 % pour le Nord et 98,07 % pour l'Est.

Notons que les électrifications du PO et du Midi ont été réalisées suivant des principes entièrement différents en comprenant: sur le PO les lignes à grand trafic, sur le Midi, toutes les lignes du réseau les plus voisines des usines génératrices ou des lignes à haute tension.

Le tableau ci-dessous fait ressortir cette différence.

		Exercice 1934		Exercice 1935	
		PO	Midi	PO[1])	Midi
Longueur de lignes électriques au 1er janvier de l'exercice		345	1490	345	1593
en % de la longueur du réseau		4,6 %	35 %	4,6 %	37 %
millions de trains-kilomètres	vapeur	44,8	17,5	40,3	15,1
	électricité	11,2	14,5	14,8	15,4
	total	56,0	32,0	55,1	30,5
milliards de tonnes-kilomètres brutes remorquées	vapeur	15,73	5,81	13,65	4,62
	électricité	6,06	3,95	7,77	4,48
	total	21,79	9,76	21,42	9,10

[1]) Pendant l'année 1935 a été mise en service la section Vierzon-Brive de 300 km de longueur. La longueur de lignes électrifiées sur le réseau PO est ainsi passée de 345 à 645 km, soit de 4,4 % à 8,7 %.

[2]) Notre expérience propre en matière d'électrification nous a conduit à adopter comme coefficient d'équivalence entre charbon et électricité, avant et après électrification, de 2,5 kg par kWh. La dépense annuelle de combustible correspondant à 200 000 kWh serait alors de 400 tonnes. Pour un coefficient d'équivalence de 2,2 kg de charbon par kWh on trouverait 500 tonnes.

Il est bien évident que les résultats de la traction électrique ne peuvent être les mêmes sur un réseau comme le PO, où la dépense moyenne d'énergie est de l'ordre de 500 000 kWh par kilomètre, et sur un réseau comme le Midi, où cette consommation atteint à peine 115 000 kWh.

Notons en passant que pour l'ensemble du réseau suisse électrifié, les statistiques de l'UIC font ressortir pour 2058 km électrifiés une consommation de 449 millions de kWh, soit en moyenne 219 000 kWh par kilomètre.

A titre de renseignement, nous pouvons signaler un des résultats les plus intéressants déduits de l'étude de l'électrification de la ligne Paris—Orléans—Vierzon, en ce qui concerne le rendement global moyen de la traction à vapeur sur une grande ligne de chemin de fer.

Les relevés de compteurs électriques placés sur le circuit de traction des locomotives électriques ayant permis de déterminer le travail moyen réellement effectué aux crochets des machines pour un service un peu plus rapide que celui réalisé avant électrification, avec la traction à vapeur, on connaît la valeur du travail utile correspondant à une consommation connue de charbon. Les recherches effectués dans les dépôts ayant permis d'établir que la consommation de charbon par TKBR (tonne-kilomètre brute remorquée) s'élevait à 55,5 grammes de charbon, et les calculs effectués en partant de l'énergie consommée aux pantographes ayant montré que le travail au crochet par TKBR était d'environ 3700 kilogrammètres, on voit que le rendement moyen de la traction à vapeur η est donné par l'expression

$$\eta \text{ en } \% = \frac{3700 \times 1000}{55{,}5 \times 7200 \times 425} \times 100 = 2{,}2\,\%.$$

Ce travail au crochet de 3700 kg (3,7 kg/tonne de résistance au roulement) correspond à une proportion de 40 % environ de trafic-marchandise dans le trafic total; pour les lignes où le trafic-marchandise est relativement plus grand, le travail au crochet en palier sera notablement inférieur à 3700 kilogrammètres.

Ce que l'on peut reprocher, et que nous avons nous-mêmes reproché à des électrifications comme celle du PO et de bien d'autres réseaux, c'est de n'avoir pas utilisé au maximum toutes les facilités que procure, au point de vue de l'exploitation, la divisibilité de la puissance et la commande à distance des engins moteurs, locomotives et automotrices. Nous avions préconisé à cet effet l'emploi systématique des automotrices sur les grandes lignes et la commande par courants porteurs de locomotives réparties d'une façon quelconque dans les trains de marchandises. Notre objectif principal était de pouvoir proportionner à chaque instant la capacité des trains à la charge à transporter.

Au lieu de limiter l'emploi des automotrices électriques à la desserte de lignes de grande banlieue dans un rayon de 60 kilomètres (Etampes et Dourdan), nous aurions désiré que les automotrices fussent utilisées jusqu'à Orléans et au delà, des trains partant de Paris pouvant être coupés en deux à Orléans, une moitié continuant dans la direction Tours—Nantes, l'autre dans la direction Vierzon—Brive; mais ce qui n'a pas encore été réalisé en service courant pourra être fait quand on le voudra à la vitesse que l'on voudra, car, il ne faut pas que électriciens oublient, comme le font si souvent les mécaniciens, que la vitesse de 200 km/h a été atteinte sur rail il y a plus de *trente ans* par des automotrices *électriques* de 80 t environ sur la ligne de Marienfelde à Zossen.

Le problème n'est plus, à proprement parler, un problème technique pour les électriciens, c'est un problème psychologique et tactique pour les chemins de fer et les gouvernements.

Nous pouvons dès maintenant dire ici qu'un essai extrêmement intéressant va être effectué sur la ligne en cours d'électrification à 1500 V de Paris au Mans, des Chemins de fers français de l'Etat. Sous l'impulsion de son éminent directeur, M. Raoul Dautry, les Chemins de fer de l'Etat, qui ont déjà poursuivi avec une activité particulière le développement des méthodes nouvelles d'exploitation par automotrices à moteur à explosion sur de nombreuses lignes à vapeur, vont réaliser sur une ligne électrifiée importante un service spécial d'automotrices électriques, assurant aux voyageurs des facilités particulières.

Des rames type Budd à grande capacité (154 places assises) à forte accélération (1 m/s^2), à vitesse élevée (130 à 140 km/h) assureront, en plus d'un service de grande banlieue, des services directs sur Chartres (88 km de Paris) et le Mans (211 km de Paris). Des automotrices dites de ramassage, de capacité plus faible (82 places assises), mais pouvant réaliser des accélérations et des vitesses du même ordre que les précédentes, assureront la desserte des localités comprises entre les *gares centres*. (Nous reviendrons plus loin sur cette notion nouvelle d'exploitation par gares centres.)

Les caractéristiques principales de ces automotrices sont rassemblées dans le tableau ci-dessous, dans lequel nous avons fait figurer également, à titre comparatif, les données caractéristiques relatives aux automotrices anciennes de banlieue PO à 1500 V et Etat à 600 V.

Type d'unité motrice	Poids		Puissances en CV		Puissance unihoraire par tonne de train en charge
	à vide t	en charge t	uni-horaire	con-tinue	
PO	139	171	1040	800	6
Etat	95	120	660	180	5,5
Etat { type Budd . .	64	91	1350	1080	15
Etat { type ramassage	35	46	724	532	15

Mais dira-t-on, tout ce qui a été fait avec la traction électrique a pu ou pourra être réalisé d'une part avec la traction à vapeur en ce qui concerne les locomotives, d'autre part avec les autorails en ce qui concerne les automotrices; quel avantage

technique propre restera-t-il donc à la traction électrique, maintenant qu'il est possible de réaliser sur les lignes *non* électrifiées ce que nous avons appelé *l'exploitation électrique?*

Avant de répondre à cette question rappelons les caractéristiques essentielles de l'exploitation électrique, sans nous occuper de savoir si elles ont été ou non utilisées sur nos grandes lignes de chemin de fer. Cette méthode d'exploitation électrique comporte l'emploi:

1° d'unités motrices légères pouvant être accouplées entre elles de manière à constituer des trains de *capacités* et de *poids* variables pouvant être proportionnés à l'importance du trafic;

2° d'un système de distribution dont le rendement énergétique est d'autant meilleur que le nombre de trains est plus grand et les poids individuels des trains plus petits;

3° de trains réversibles pouvant circuler dans n'importe quel sens de marche sans aucune manœuvre;

4° de trains munis d'une commande à distance complète permettant la conduite par un seul homme, quel que soit le nombre d'unités motrices.

Cette énumération méritait d'être refaite au moment où les ingénieurs de chemin de fer, qui n'ont pas la pratique de grands services de banlieue ou de métropolitain, sont en train de redécouvrir l'exploitation électrique et de l'appliquer aux chemins de fer en utilisant des autorails ne possédant d'ailleurs encore que d'une façon incomplète les caractéristiques en question.

Voyons tout d'abord s'il existe des réseaux électrifiés ayant utilisé systématiquement les méthodes d'exploitation électriques; deux grands réseaux peuvent être cités comme exemple: le Southern Ry en Angleterre et le Long Island Rd. aux Etats-Unis. Sur le Southern Ry il n'existe pas de locomotives électriques et les trains électriques des voyageurs, même les trains Pullmann allant de Londres à Brighton et au delà, sont assurés par automotrices. Dans tous les rapports relatifs à l'électrification de ce réseau, la direction précise que les dépenses d'électrification sont couvertes par les augmentations de trafic procurées par le changement du mode de traction. Les trains relativement légers se succèdent à intervalles très rapprochés et il faut bien reconnaître franchement que l'intensité moyenne du trafic voyageurs est sur le Southern plus grande que sur n'importe quel réseau européen: 2 221 000 voyageurs kilomètres par kilomètre en 1934 [3]). Pendant la période de 8 années comprenant les exercices de 1927 à 1934, l'intensité du trafic voyageurs a augmenté sur ce réseau de 15,3 % alors que sur les autres réseaux anglais le trafic de 1934 était inférieur (deux réseaux) ou presque égal (1 réseau) à celui de 1927.

Ce point capital étant rappelé nous pouvons dire que pour tous ceux qui comme nous ont toujours préconisé l'électrification des *grandes lignes et de celles-là seulement*, les progrès apportés récemment à la construction des autorails ont contribué ou vont contribuer au triomphe de leurs idées en obligeant les réseaux qui ont déjà électrifié à utiliser plus complètement qu'ils ne l'ont encore fait les méthodes d'exploitation électriques, et ceux qui n'ont pas électrifié à se rendre compte des avantages que présentent les automotrices électriques sur les autorails. Il ne s'agit pas là seulement de la sécurité, mais aussi des facilités de commande, et des économies d'entretien et de réparation.

Les essais multiples maintenant en cours de locomotives et d'autorails Diesel-électrique vont nécessairement faire ressortir les avantages des automotrices électriques simples sur les Diesel-électriques et vraisemblablement aussi les avantages de la transmission électrique sur la transmission purement mécanique. Nous concevons d'ailleurs aussi, par exemple, l'utilisation de locomotives ou d'automotrices «amphibie» marchant avec leurs seuls moteurs électriques sur les sections électrifiées et avec un système Diesel-électrique, utilisant les mêmes moteurs sur les sections non électrifiées.

Conception de l'exploitation moderne.

Il faut bien comprendre que l'exploitation traditionnelle des chemins de fer (la seule possible tant que la technique ferroviaire ne mettait à la disposition des exploitants que des locomotives) doit être transformée et modernisée en réservant à la traction sur rail le parcours des grands itinéraires, et à la traction sur route les services de diffusion en surface.

En nous plaçant à un point de vue tout à fait général, nous croyons pouvoir dire qu'un des effets les plus certains de la concurrence automobile sera de transformer une exploitation ferroviaire qui est actuellement «maillée» et «superficielle» en une série d'exploitations «linéaires» de chemin de fer à grand débit. Le trafic sur rail sera concentré sur un petit nombre de lignes à grand débit et à grande vitesse, ces lignes étant choisies parmi les plus importantes des lignes que nous avons classées dans la catégorie III. Ces grandes lignes de chemin de fer devront être suréquipées et par suite électrifiées de manière à acquérir le maximum de capacité en utilisant avec le maximum de sécurité et d'économie les richesses naturelles des régions desservies.

Bien entendu cette évolution des moyens de transport ne se fera que progressivement et c'est ce qui explique pourquoi les réseaux, après avoir étudié presque exclusivement des autorails correspondant au service des lignes à petit trafic (catégorie I), ont poursuivi la mise au point d'autorails susceptibles de jouer sur les lignes non électrifiées le rôle des automotrices électriques à grande accélération et à grande vitesse.

Mais c'est sur les lignes que nous avons classées dans la catégorie II que se concentreront les engins de traction modernes, non purement électriques,

[3]) Sur le réseau suisse pendant la même année, l'intensité de trafic a atteint 969 000 voyageurs-kilomètres par km.

utilisant des moteurs à vapeur ou à combustion interne. C'est sur ces lignes que l'emploi des autorails permettra de prolonger et d'étendre les méthodes d'exploitation électrique à rames de composition variable conduites par un seul homme: ce n'est pas parce que cette question n'est pas encore complètement au point que nous ne devons pas la poser aux constructeurs qui demandent surtout aux chemins de fer des directives générales.

En ce qui concerne les lignes de la catégorie I qui, d'après leur situation géographique, sont celles qui participent le plus à la diffusion en surface, elles doivent disparaître ainsi que la plupart des lignes de chemin de fer d'intérêt local dont le nom même définit l'objet. Ce sont les compagnies de chemin de fer elles-mêmes qui, dans leur propre intérêt devraient orienter les gouvernements vers le déclassement progressif, mais systématique de ces lignes. En France plus de 10 000 kilomètres de lignes dites d'intérêt général et environ 25 000 kilomètres de lignes d'intérêt local devraient ainsi être remplacées par des services routiers.

Ce n'est que lorsque la situation des chemins de fer aura été assainie par suppression des lignes qui n'auraient jamais dû être construites que l'on pourra définir raisonnablement les conditions du partage du trafic entre rail et route.

Au point de vue technique la diffusion superficielle se fera à partir des gares centres en utilisant des voies de circulation routières ou ferrées suivant soit des systèmes rayonnants soit des circuits fermés passant par deux centres consécutifs.

C'est la méthode des lignes rayonnantes qui est d'application la plus commode quand il n'existe pas encore de plan d'ensemble d'organisation des services; c'est la méthode des circuits fermés qui semble au contraire devoir être la plus commode et la plus économique quand une étude complète de réorganisation des chemins de fer aura été faite.

Nous voyons donc que l'électricité doit selon nous jouer un rôle de plus en plus important, bien que nettement délimité, dans un système de transports coordonnés. Mais de même qu'une faute lourde a été commise en construisant trop de lignes de chemin de fer et en les exploitant suivant une méthode uniforme, de même on commet une faute en voulant utiliser un système *essentiellement collectif* de transport quand l'intensité du trafic impose évidemment un système *individuel.*

On n'installe pas le travail à la chaîne pour produire cinq ou six automobiles par jour.

Chaque système de traction a son domaine d'application propre et il serait aussi absurde de supprimer les chemins de fer que de vouloir entraver le développement de l'automobile ou de l'aviation.

Il faut assainir le chemin de fer et réglementer la route de manière à ce que les services soient assurés de la manière la plus régulière, la plus économique et la plus sûre, en faisant cesser cette hécatombe de morts et de blessés qui fait de la circulation routière actuelle un véritable fléau.

Der **Vorsitzende:** Ich danke Herrn Parodi herzlichst für den sehr interessanten Vortrag zu dem von uns gestellten Problem. Herr Parodi hat eine ganze Anzahl ausserordentlich interessanter Fragen angeschnitten und in seinen Ausführungen bewiesen, dass er nicht nur ein ausgezeichneter Ingenieur, sondern auch ein scharf denkender Kaufmann ist.

Ich schlage vor, nun eine Pause von 10 Minuten einzulegen und nachher mit den weiteren Vorträgen und der Diskussion fortzufahren und, wenn möglich, so abzuschliessen, dass wir nicht zu stark in den Nachmittag hineinkommen.

(Pause.)

III

2e Conférence,

tenue par M. **W. Müller,** Chef du service de la traction et des ateliers aux Chemins de Fer Fédéraux, à Berne.

L'auteur examine d'une manière générale quels avantages résultent, au point de vue de l'exploitation, de l'électrification d'une ligne de chemin de fer non électrifiée; il ne fait qu'effleurer la question des avantages que l'on peut retirer d'une ligne de chemin de fer déjà électrifiée.

Der Referent behandelt die allgemeine Frage, welche betrieblichen Vorteile im Sinne des Themas sich ergeben, wenn eine nichtelektrifizierte Bahn elektrifiziert wird und streift nur gelegentlich die Frage, welcher Nutzen sich aus der Tatsache ziehen lasse, dass eine Bahn bereits elektrifiziert ist.

(Traduction.)

Si j'avais à développer ici le point de vue officiel des CFF sur le thème de cette discussion, vous pourriez peut-être penser que mon exposé est plus ou moins tendancieux. Mais soyez sans crainte, car je traiterai ce sujet d'après l'opinion personnelle que j'ai pu me faire grâce à mon expérience pratique. En effet, au cours des nombreuses années où je me suis occupé de la traction ferroviaire, la première moitié a été consacrée à la traction à vapeur et la seconde à la traction électrique. Enfin, tout récemment, j'ai eu également à m'occuper de la traction par moteurs à combustion interne. Je puis donc me considérer comme libéré de toute idée préconçue et examiner impartialement le problème qui fait l'objet de cette discussion, pour autant bien entendu qu'un point de vue personnel puisse être objectif!

Si l'une ou l'autre de mes assertions pouvait vous sembler paradoxale et vous inciter à penser le contraire, prenez-les au sérieux, mais non en mauvaise part.

La question de savoir si l'électrification peut contribuer à améliorer dans une certaine mesure l'exploitation des chemins de fer peut s'appliquer à une électrification déjà réalisée ou à une électrification projetée. En d'autres termes, on peut se de-

mander quels sont, dans le cadre de ce sujet, les avantages qui résultent du fait qu'un réseau est électrifié — les raisons de l'électrification pouvant d'ailleurs avoir été basées sur des considérations très différentes —, ou bien on peut se demander quels sont les avantages qui pourraient en résulter pour un réseau si celui-ci était électrifié. Dans ce dernier cas, les avantages reconnus peuvent influencer la décision de procéder à l'électrification.

En Suisse, où l'on rencontre des lignes électrifiées et d'autres qui ne le sont pas, il serait fort intéressant de considérer en détail ces deux cas, mais cela nous conduirait trop loin. Le second cas, donc celui où il s'agit d'un réseau non encore électrifié, est le plus général et le plus intéressant. Il permet en outre d'en tirer sans autre des conclusions quant au premier cas (pour lequel il faudrait d'ailleurs faire des constatations beaucoup trop évidentes). Je considérerai donc le thème de cette discussion en partant principalement des chemins de fer non encore électrifiés et je ne ferai qu'effleurer occasionnellement l'autre cas.

Le thème à discuter pose trois questions: l'électrification des chemins de fer peut-elle contribuer 1° à l'assouplissement, 2° à l'accélération, 3° à l'amélioration de l'exploitation? Il y aurait là matière à un exposé de plusieurs heures. Je me bornerai donc à des indications et passerai sous silence bien des points qui n'intéressent que les spécialistes des chemins de fer. Ceci m'engage d'ailleurs à traiter ces trois questions dans l'ordre inverse. Cependant, avant de commencer, j'aimerais faire une remarque d'ordre général.

Par suite du développement historique, on est habitué et on a la tendance à ne comparer entre elles que la traction à vapeur et la traction électrique. De nos jours ce n'est plus admissible et, puisqu'il s'agit dans cette discussion de considérer les possibilités d'avenir, on doit tenir compte aussi de la traction par moteurs à combustion interne, dans la mesure où cette dernière se développera et se perfectionnera, comme on peut s'y attendre si l'on considère le développement d'autres problèmes de la technique. En outre, les comparaisons ne doivent pas non plus se baser sur l'ancienne traction à vapeur ou sur ses vestiges actuels, que nous connaissons tous, mais en tenant compte des perfectionnements récents, encore peu connus, ainsi que des possibilités de développement.

1° En ce qui concerne les *améliorations* de l'exploitation en général, auxquelles la traction électrique peut contribuer, je laisserai tout d'abord de côté l'accélération et l'assouplissement, dont je parlerai dans un instant. L'électrification peut-elle apporter ou faciliter des améliorations, qui ne soient *pas* possibles avec les autres modes de traction? Je n'en connais pas beaucoup, à part la suppression de la fumée, des odeurs et des gaz délétères, l'atténuation du bruit, l'insensibilité aux grands froids, la sécurité contre les incendies, etc. Pour les voyageurs, ces avantages ont leur importance et quelques-uns d'entre eux intéressent les administrations ferroviaires, surtout dans un pays accidenté. Il n'y a pas de doute que le confort soit avantageux pour les chemins de fer, puisqu'il accroît le nombre des voyageurs. Toutefois, cet avantage est à peine sensible dans le transport des marchandises, qui est le plus important au point de vue économique.

Ce sont là des détails, mais dont il faut tenir compte lorsqu'on se pose la question de l'électrification d'un réseau ou d'un tronçon, sans oublier que les autres modes de traction présentent eux aussi des avantages. Par l'électrification, ces modifications se produisent d'elles-mêmes; elles n'ont pas besoin d'être réalisées par des moyens spéciaux. Je n'insisterai donc pas là-dessus, ni au sujet des nombreux avantages et inconvénients qui n'intéressent que le service de la traction et non pas les usagers.

Un avantage indéniable pour l'exploitation est celui du chauffage électrique. Mais ce n'est pas une propriété spéciale à la traction électrique, car rien n'empêche de l'appliquer aux autres modes de traction, qui offriraient alors les mêmes avantages. J'ignore si l'on a déjà examiné si le montage d'une génératrice électrique de chauffage sur les locomotives à vapeur ou les automotrices à moteurs à combustion interne ne serait pas plus économique que le chauffage à la vapeur. Si je mentionne le chauffage, c'est afin d'attirer votre attention sur le fait qu'actuellement, au lieu des corps de chauffe à résistances logés sous les banquettes, on préfère installer des réchauffeurs d'air placés sous le châssis des voitures, l'air chaud étant chassé à l'intérieur des compartiments à l'aide de ventilateurs électriques. La durée du chauffage avant le départ des trains en est sensiblement réduite. Le chauffage est agréable et permet un certain renouvellement de l'air, qui peut être également réalisé en été lorsque les réchauffeurs sont déclenchés. Ce nouveau système de chauffe fonctionne plus facilement que les anciens sous les divers genres de courants et tensions utilisés dans les différents pays; il pourrait par conséquent — espérons-le — permettre la suppression des voitures de chauffage à vapeur, si désagréables, dans les express internationaux sur les tronçons électrifiés. La Suisse a pris l'initiative de cette innovation.

Ayant toujours préconisé la conduite des automotrices par un seul agent, on me permettra de mentionner cet important facteur économique. C'est la traction électrique qui a donné l'impulsion, car la conduite par un seul agent est tout particulièrement réalisable sur les locomotives électriques. Sur les automotrices légères à moteur à combustion, ce système est également facile à appliquer, aussi l'adopte-t-on couramment. Quant aux automotrices plus puissantes, le manque d'expérience ne me permet pas d'en juger. Pour les locomotives à vapeur

ordinaires, ce système présente des difficultés, mais je ne pense pas qu'elles soient insurmontables — sur des locomotives *nouvelles* bien entendu — avec les moyens dont dispose la technique actuelle.

2° Comment l'électrification peut-elle contribuer à l'*accélération* de l'exploitation ou plutôt du trafic? La réponse à cette question est si évidente que je me permets de la négliger. Il en est une autre plus importante, c'est celle de savoir *en quoi* l'électrification contribue à l'accélération du trafic. Et à cette seconde question, je dois malheureusement répondre: *en rien!* Cette réponse peut susciter des protestations. Elle pourrait découler d'une règle de la philosophie mahométane selon laquelle rien n'existe dont on ne puisse affirmer le contraire!

Je vous rappelle que je considère le problème du point de vue d'un chemin de fer *non* électrifié. On m'objectera que sur les lignes électrifiées des CFF la durée des trajets a été sensiblement réduite par rapport à la traction à vapeur. Mais avec un parc complètement renouvelé de locomotives construites spécialement en vue d'efforts de traction plus considérables et de vitesses plus élevées, cela n'était pas difficile. Ce n'est pas dans ce but que l'on a procédé à l'électrification, mais grâce à elle on a pu obtenir brusquement une réduction de la durée des trajets, qui sans cela n'aurait été réalisée que par la suite, au fur et à mesure du remplacement des anciennes locomotives par de plus puissantes. Seul un calcul du rendement économique pourrait dire laquelle des deux solutions eût été la plus avantageuse.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les premières locomotives électriques des CFF n'ont été construites que pour une vitesse maximum de 75 km/h. On pensait devoir et pouvoir s'en contenter, car ces locomotives étaient destinées aux lignes de montagne. Pour les lignes de plaine, on construisit des locomotives pour la même vitesse que celle atteinte par les locomotives à vapeur, soit 90, puis 100 km/h. Où est donc le progrès? Dans une plus forte accélération, c'est-à-dire une plus grande force de traction, qui permet également une plus grande vitesse en montée. On sait qu'actuellement à l'étranger les vitesses maxima, dont le record avait été pendant quelque temps l'apanage des locomotives électriques, ont été atteintes et même dépassées par les nouvelles locomotives à vapeur. Les automotrices à moteur à combustion interne peuvent aussi atteindre ces grandes vitesses. On pourrait peut-être insister sur les différences de la caractéristique des moteurs de traction. Mais cela ne prouve aucunement la supériorité de principe de la traction électrique par rapport aux autres modes de traction, en ce qui concerne la vitesse et la durée des trajets. On n'a d'ailleurs introduit nulle part la traction électrique uniquement en vue d'accélérer le trafic.

Messieurs, je suis un fervent partisan de la traction électrique, aussi m'est-il pénible de faire ces constatations. Je le répète, je n'obéis ici à aucune tendance et cherche uniquement la vérité; mais il se peut évidemment que je fasse fausse route.

Si l'on fait abstraction de lignes spéciales, p. ex. à fortes rampes, etc., les limites auxquelles la vitesse est soumise ne sont pas déterminées par le mode de traction. La limite absolue de la vitesse maximum sur un trajet rectiligne est donnée par le plus grand parcours de freinage admissible. Elle n'est réalisable que lorsqu'il existe une distance suffisante pour l'accélération entre les obstacles du parcours, stations, endroits exigeant un ralentissement (courbes), etc., c.-à-d. lorsqu'on peut obtenir une accélération suffisante pour atteindre la vitesse maximum permise par le parcours de freinage sur le trajet entre les obstacles. L'accélération maximum possible pour les chemins de fer à adhésion est d'environ 1,5 m/sec^2, en tenant compte de la limite d'adhérence entre roue et rail. A ce point de vue, la traction électrique est momentanément, c'est-à-dire dans l'état actuel du progrès des divers modes de traction, en avance car elle permet le plus simplement et le plus pratiquement, grâce à l'attaque individuelle des essieux, de reporter sur ceux-ci le poids total permettant d'atteindre ces accélérations.

Un exemple typique confirmant ces constatations est celui des automotrices légères des CFF, qui sont construites en partie pour la traction électrique et en partie pour la traction sur lignes non électrifiées avec commande par moteurs Diesel, et qui présentent la même capacité de transport, la même vitesse maximum et des formes extérieures presque identiques. Si le type électrique a une puissance légèrement supérieure et permet par conséquent une plus grande accélération aux vitesses élevées, cela tient uniquement au choix d'un moteur Diesel conforme à un modèle déjà essayé, mais non pas au principe de la traction.

A l'étranger surtout, on a cherché et on est arrivé presque partout au cours de ces dernières années à augmenter sensiblement les vitesses de déplacement, et ceci pour tous les modes de traction. Si la traction électrique y a contribué, c'est par le fait qu'elle était pendant quelque temps en tête du progrès au point de vue de la vitesse et qu'elle a ainsi incité la «concurrence», si je puis m'exprimer ainsi, à rattraper cet écart.

A ce sujet, il ne faut pas oublier que l'accroissement de la *vitesse des trains* n'a que relativement peu d'influence sur la réduction de la *durée de voyage*, ceci d'autant moins que la distance entre

stations d'arrêt est plus courte. Un train qui parcourt une ligne de 100 km à une *vitesse moyenne* de 60 km/h et doit s'arrêter chaque fois 1 minute à 30 reprises, exige pour ce parcours 130 minutes. Il effectue donc ce trajet à une vitesse de 46 km/h. Par contre, si la vitesse moyenne de marche est de 100 km/h, ce train fera le parcours en 90 minutes et la vitesse de transport sera de 67 km/h, soit de 45 % supérieure. Pour obtenir ce résultat, il faudrait que la vitesse *maximum* passe de 66 à 156 km/h, soit une augmentation de 136 %, pour une accélération et un ralentissement de 1 m/sec^2 environ. Une accélération de 1 m/sec^2 exige la commande d'au moins $^2/_3$ de tous les essieux, et des moteurs qui permettent de développer jusqu'à la vitesse maximum un effort de traction correspondant à la limite d'adhérence. En pratique, on ne poussera jamais les choses à ce point, car ce ne serait plus économique. Or, si l'accélération est inférieure à 1 m/sec^2, la vitesse de 156 km/h ne peut pas être atteinte sur la distance qui existe entre les stations d'arrêt dans l'exemple que je viens de citer. Le résultat serait naturellement meilleur si la durée des arrêts était réduite à une demi-minute ou si le nombre des arrêts était réduit de moitié, ou mieux encore s'il s'agissait d'un train direct sans arrêts. Comme vous le voyez, il est très difficile de réduire la durée de parcours des trains-omnibus s'arrêtant à chaque station, alors que c'est précisément pour ces trains qu'une telle réduction est le plus désirable. Il en va de même pour les trains directs qui doivent s'arrêter à un trop grand nombre de stations et pour les liaisons interurbaines. *L'électrification* ne peut rien changer à cela.

Je répète que la limite absolue de la vitesse des trains dépend en parcours rectiligne du freinage, et dans les courbes de la sollicitation des rails, ainsi que de la stabilité et de la mobilité des voitures, mais non pas du mode de traction; en outre que l'effet de la vitesse maximum des trains sur la vitesse de voyage est d'autant plus faible que la distance entre arrêts est plus courte et que les arrêts sont de plus longue durée. La traction électrique conserve alors l'avantage de permettre facilement une attaque directe de nombreux essieux, ou au besoin de tous les essieux d'une automotrice ou d'un train, et d'obtenir ainsi les fortes accélérations nécessaires pour atteindre de grandes vitesses sur une courte longueur. La réalisation de cette possibilité serait toutefois fort coûteuse. Il ne vaudra en aucun cas la peine de réaliser la plus grande accélération possible par rapport à l'adhérence à l'aide des moteurs de traction jusqu'à la pleine vitesse maximum. Il ne vaut pas non plus la peine d'utiliser des commandes aussi coûteuses pour les véhicules non exclusivement destinés au trafic des voyageurs avec arrêt à chaque station. Surtout pour les chemins de fer qui doivent disposer de locomotives pour les trains lourds et qui possèdent également un grand parc de voitures pour voyageurs sans commande motrice, l'acquisition d'automotrices et de rames automotrices de puissance maximum constituerait une lourde charge, à laquelle on ne peut que difficilement se décider, vu le gain relativement faible en perspective. Ces chemins de fer doivent donc conserver une certaine mesure aussi bien dans le nombre de tels véhicules que dans la puissance de leurs commandes. Ils ne doivent en posséder ni trop, ni trop peu.

Comme vous le savez, des trains express légers seront mis en circulation à partir du 15 mai entre Zurich et Genève. Cette ligne de 287 km sera parcourue en 3 heures 25 minutes, avec deux arrêts à Berne et à Lausanne de 4 minutes en tout. La vitesse de voyage sera donc de 84 km/h. Ces trains comporteront une locomotive, un fourgon à bagages et 3 voitures à quatre essieux. Le poids des voitures à pleine charge sera d'environ 145 t. La vitesse maximum admissible sera de 110 km/h, là où la voie le permet. Après chaque obstacle (courbes, arrêts, etc.), on devra utiliser la plus forte accélération possible, qui est d'environ 0,3 m/sec^2 à la limite d'adhérence des 3 roues motrices de la locomotive, pour le poids de ce train. Cette performance remarquable pourra être réalisée sans nouveau moyen de traction, car la ligne est déjà électrifiée et l'on dispose de locomotives électriques qui possèdent la force de traction, la puissance et la vitesse maximum nécessaires. Cependant, il va de soi qu'il ne serait pas difficile de construire une locomotive à vapeur ou une automotrice à moteur Diesel de même puissance et présentant les mêmes qualités, si la ligne n'était pas électrifiée. Par contre, on aurait peut-être hésité à introduire un train de ce genre, par crainte que les frais d'exploitation ne soient pas couverts par un surplus de recettes suffisant. Avec la traction électrique, une grande partie des frais d'exploitation sont indépendants d'une augmentation du trafic, de sorte que les frais supplémentaires d'exploitation pour des puissances nouvelles ou plus élevées sont moins importants que dans le cas des autres modes de traction.

Nous touchons ici au caractère remarquable de l'électrification: L'influence relativement faible qu'exerce une modification du trafic sur les frais d'exploitation. Cette propriété permet d'introduire dans les horaires des puissances plus considérables, tant au point de vue de la vitesse que du nombre des trains, avec un moindre risque, quant au succès ou à l'insuccès économique, que ce n'est le cas pour les autres modes de traction. On doit cependant se garder de considérer ce fait comme un avantage absolument sûr de la traction électrique, car cette insensibilité se manifeste évidemment aussi en sens inverse, surtout en cas de diminution du trafic des marchandises, comme on le voit de nos jours.

On ne saurait contester que les avantages offerts par l'*électrification* des CFF ont été utilisés dans une large mesure pour accélérer le trafic. Je vous épargnerai des statistiques. Il sera possible d'obtenir des résultats encore meilleurs dans le trafic des voyageurs par l'utilisation d'automotrices légères, qui permettent de plus grandes vitesses maxima que les locomotives lourdes. Je vous rappelle également ce que j'ai dit au sujet de l'effet de l'accroissement de la vitesse maximum sur la vitesse de voyage. Au delà, tout ce qui semble réalisable pour réduire la *durée de voyage*, en réduisant la durée des arrêts, en déchargeant les trains de voyageurs de tâches accessoires, etc., n'a rien à voir avec l'*électrification* et ne rentre donc pas dans le cadre de cette discussion.

3° D'après ce qui précède, vous comprendrez que je ne puis pas non plus reconnaître une supériorité de la traction électrique sur les autres modes de traction en ce qui concerne l'*assouplissement* de l'exploitation, c'est-à-dire l'augmentation du nombre de courses. Je viens de montrer l'insensibilité relative de la traction électrique par rapport aux frais d'exploitation lorsque l'intensité du trafic varie. J'en conclus que la traction électrique, introduite pour une autre raison, permet d'assouplir l'exploitation, c'est-à-dire d'introduire un plus grand nombre de courses avec réduction simultanée des unités, avec moins de frais supplémentaires que dans le cas des autres modes de traction. C'est surtout vrai pour les réseaux qui possèdent leurs propres centrales. Par contre, quand il s'agit de lignes non encore électrifiées, un assouplissement est techniquement tout aussi bien, ou plutôt, tout aussi difficilement réalisable. Avec la traction électrique, il existe sans aucun doute un plus grand besoin d'utiliser au maximum possible les installations existantes et les moyens de traction. Mais, bien que les frais supplémentaires soient plus faibles, il est fort possible qu'ils grèvent plus encore les lourdes charges de capitaux que s'ils n'existaient pas. Ce problème me paraît trop complexe pour pouvoir être élucidé d'une manière absolue.

Il est un fait que l'assouplissement du trafic des voyageurs est poussé activement par toutes les compagnies ferroviaires, aussi bien celles qui sont électrifiées que les autres. Il n'est pas étonnant que les lignes non électrifiées soient entrées les premières dans cette voie et qu'elles soient jusqu'ici plus avancées à ce point de vue que les lignes électrifiées (je ne parle pas des tramways de banlieue prévus principalement pour le trafic des voyageurs), surtout dans les régions peu peuplées, où les horaires sont très réduits et où les lignes à vapeur ne sont pas prévues pour un très fort trafic. Ces chemins de fer sont tout particulièrement menacés par la concurrence de la route. Dans ce cas, l'assouplissement du trafic par des trains légers leur permet non seulement d'augmenter les recettes, mais également de réduire généralement les frais d'entretien de la voie et du matériel roulant, de force motrice et de personnel. Enfin, du fait que les moyens de transport de ces chemins de fer sont le plus souvent anciens, les nouveaux trains légers leur permettent d'accélérer les transports. Comme on le voit, ces économies ne proviennent pas uniquement de l'assouplissement de l'exploitation, mais du remplacement d'anciens moyens de transport par de nouveaux, de la réduction du poids mort, de l'accroissement de la vitesse, qui permet d'assurer un plus grand trafic avec un matériel et un personnel réduits et, enfin, de l'emploi de moteurs de traction modernes plus économiques, qui ne sont d'ailleurs pas électriques. L'assouplissement de l'exploitation ne présente pas autant d'avantages directs pour les chemins de fer électriques, qui sont généralement installés dans des contrées où la population est dense, où les horaires des trains de voyageurs sont par conséquent plus serrés et les durées de parcours plus brèves. Lorsqu'un réseau ne dispose pas de ses propres centrales, mais doit payer l'énergie utilisée, l'augmentation de kilowattheures correspondant à l'accroissement de la vitesse, de l'accélération et de la puissance kilométrique n'avantage pas l'assouplissement du trafic.

A cette occasion, permettez-moi une remarque à l'adresse d'un soi-disant spécialiste en questions ferroviaires, qui s'est déjà occupé à plusieurs reprises, dans des articles anonymes à la Nouvelle Gazette de Zurich, de l'assainissement des CFF et qui a calculé que les CFF pourraient économiser 20 millions de francs s'ils établissaient un trafic léger plus étendu avec les automotrices existantes et 40 nouvelles automotrices doubles. Ce calculateur s'est toutefois empêtré dans le maquis de la statistique, en multipliant les frais d'exploitation *moyens* par t km de tous les types de trains avec les t km à économiser grâce au trafic par trains légers. Il a eu ensuite l'impression que quelque chose clochait, car la t km d'un train léger doit être évidemment plus coûteuse que la t km moyenne. Pour compenser cela et pour pouvoir maintenir son assertion que ces 20 millions peuvent être économisés, il prétend en outre que la durée de parcours des trains légers est de 35 % plus brève que celle des trains lourds, d'où 35 % d'économie sur les frais du personnel, ce qui ferait bien 20 millions. Ces 20 millions de francs doivent être économisés sur 6 millions de kilomètres-trains, c'est-à-dire 3 fr. 33 pour chaque kilomètre-train, ou environ le triple de ce qu'atteignent par km-train les frais des

intérêts et des amortissements du prix d'achat, de l'entretien du matériel roulant et de l'énergie électrique pour un train à locomotive de 200 t! On ne peut pas en vouloir à ce «spécialiste» de ne pas savoir calculer, d'autant plus que ce n'est pas sa branche, car il rend les ingénieurs responsables de toutes les fautes qui auraient été commises dans les affaires des CFF, ce qui prouve qu'il ne fait pas partie de cette corporation. En tant que spécialiste en matières ferroviaires, il devrait pourtant savoir qu'une si forte réduction des durées de parcours ne peut pas être obtenue par un simple passage à un trafic léger, mais uniquement par une réforme des horaires, qui pourrait d'ailleurs être tout aussi bien réalisée par des trains à locomotive. Il a complètement oublié que les 40 automotrices doubles proposées par lui exigent de nouveaux frais d'exploitation de 1,5 millions de francs par an pour le nouveau capital investi. Mais pour lui, les capitaux ne semblent jouer aucun rôle. Il suffit de constater ici que le procédé proposé conduirait non pas à des économies, mais bien à des frais supplémentaires, qui ne correspondraient à aucune augmentation de trafic. Au contraire, sur chacun des 6 millions de km-trains remplacés par des trains légers, le nombre des places assises atteindrait tout au plus la moitié, et il y aurait difficilement la place nécessaire pour les bagages et la poste. Cet exemple typique montre une fois de plus que, de nos jours, chacun se croit appelé à dire son mot sur toute chose, même s'il n'est que «spécialiste»; et malheureusement le public croit ces gens-là, au lieu d'avoir confiance en ceux qui sont réellement compétents.

Comme vous le voyez, ce problème nous amène facilement à des considérations générales sur l'assouplissement de l'exploitation sans relation avec la traction électrique, ce qui nous éloigne du sujet: *En quoi l'électrification peut-elle y contribuer?* Bien que ce soit intéressant et fort actuel, j'éviterai d'empiéter plus qu'il n'est nécessaire dans des domaines qui occupent actuellement tous les esprits, mais qui se trouvent en dehors des intérêts spéciaux de l'Association Suisse des Electriciens.

Je mentionnerai cependant le fait que l'assouplissement du trafic des voyageurs n'est qu'une partie relativement restreinte du problème de l'exploitation et de l'économie des chemins de fer. En effet, vous savez que pour les lignes principales la partie économiquement la plus intéressante est celle du trafic des marchandises. Le besoin d'un assouplissement de ce trafic ne se fait pas encore sentir d'une façon générale et la mode n'en est pas encore de l'exiger, même sans raison. Le chemin de fer a été instauré en vue de permettre le transport de charges aussi considérables que possible en trains complets entraînés par des machines de grande puissance, car c'est le genre de transport le moins coûteux, à côté de la navigation. Les chemins de fer électriques doivent donc également disposer de locomotives lourdes appropriées, indispensables à ce but. Dans le trafic des voyageurs, on doit en outre tenir compte des trains internationaux et des trains de banlieue des grands centres industriels. Ces deux catégories de trains font essentiellement partie de la traction lourde et ils le resteront, car les trains internationaux sont liés aux correspondances aux points de croisement internationaux et aux gares maritimes, et doivent en outre comporter des wagons-lits et des wagons-restaurants; d'autre part, les trains de banlieue sont liés aux heures d'affluence des employés et des ouvriers.

Une grande partie du trafic des voyageurs exige donc également des locomotives lourdes, et il ne reste pour l'assouplissement de l'exploitation qu'une partie relativement faible du trafic des voyageurs. L'assouplissement de ce reste de trafic est limité par l'occupation des voies et gares par la traction lourde que l'on ne peut pas supprimer, surtout aux heures de grande affluence et du trafic des groupes d'express aux points de correspondances, qui ne permettent aucun décalage d'horaires.

Le dédain avec lequel certains fanatiques traitent de nos jours les locomotives lourdes n'est donc pas raisonnable, surtout pour la traction électrique. Car la locomotive électrique présente justement l'avantage spécial de s'adapter aussi bien au trafic le plus dense qu'au trafic le plus léger. Techniquement et économiquement, rien n'empêcherait par exemple d'atteler une locomotive double du Gothard à un train ne comportant que 100 places assises, si elle n'avait aucun autre emploi mieux approprié à ce moment-là et si l'on ne disposait pas d'une automotrice légère. Dans un réseau électrifié, il est donc avantageux de réaliser l'assouplissement de l'exploitation en utilisant en première ligne les locomotives et les automotrices lourdes dont on dispose. Par contre, sur les lignes non électrifiées, l'augmentation de la fréquence du trafic est moins économique si l'on ne dispose pas de nouvelles voitures motrices d'un type approprié.

Si les CFF font malgré cela l'acquisition d'automotrices et de rames automotrices légères, c'est qu'ils ont diverses raisons, en partie dans un but de propagande, en partie afin de se préparer à temps pour satisfaire au besoin, prochain espérons-le, d'une augmentation de voitures motrices, en partie pour satisfaire aux exigences actuelles, etc. Il n'y a par contre aucune raison de se laisser gagner par la psychose des automotrices légères prônées dans cer-

tains articles de journaux. *C'est l'assouplissement du trafic qui conduit au trafic léger et non pas l'inverse.* Pour autant que je sache, les CFF ont été les premiers en Europe, probablement même dans le monde entier, à entreprendre en 1933 la construction d'automotrices *électriques* légères dès que la technique de ces véhicules fut mise au point. Il est faux de prétendre, comme on le fait souvent, que les CFF ont attendu beaucoup trop longtemps avant d'introduire des véhicules de ce genre sur leur réseau.

J'ai dit que le transport de grandes charges par trains lourds constitue le mode de transport le moins cher et qu'il le restera. Il s'ensuit que l'assouplissement de l'exploitation occasionne des frais, mais on espère d'autre part que les recettes seront augmentées. Pour être complet, il faudrait donc parler en outre des frais occasionnés par l'assouplissement du trafic. Comme je l'ai dit, l'effet de l'assouplissement sur les frais est plus faible pour la traction électrique que pour les autres modes de traction, surtout si le chemin de fer possède ses propres centrales. Cette question des frais n'a pas d'autre relation avec l'électrification et ne rentre donc pas dans le cadre de cette discussion. Toutefois, afin de ne pas vous laisser absolument sans chiffres, j'aimerais donner quelques précisions:

Les frais pour le capital, l'entretien, la force motrice, le personnel et divers, c'est-à-dire les frais variables, non compris les frais fixes pour le service des stations, l'entretien des voies et l'administration, atteignent, par 100 places assises-kilomètres, 37 cts pour un train à locomotive avec 480 places, 50 cts pour une rame automotrice à 3 voitures, 74 cts pour une automotrice légère. Pour transporter par exemple environ 250 voyageurs avec un train à locomotive occupé à moitié seulement, les frais variables susmentionnés atteignent environ 70 cts par voyageur et par 100 km, tandis qu'ils sont de 85 cts environ pour le transport du même nombre de voyageurs par automotrices légères ou par rames automotrices à 3 voitures. Pour obtenir l'égalité des frais, il faudrait donc, dans ce cas, que les automotrices légères ou les rames automotrices transportent 20 % de voyageurs de plus. Espérons que l'assouplissement du trafic provoquera cette augmentation du nombre des voyageurs. Bien entendu, cet exemple ne doit pas être généralisé, car chaque cas donne ses propres chiffres, qui sont tantôt plus, tantôt moins favorables à l'assouplissement du trafic.

Messieurs! En examinant attentivement la question, je suis arrivé à la conclusion que l'électrification ne peut pas contribuer autant qu'on semble le croire généralement à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer. J'ai eu cependant le plaisir de constater que, même en considérant cette question avec la plus grande réserve, il reste néanmoins un certain nombre de points qui sont favorables à la traction électrique. Je crois que l'on pourrait en trouver d'autres encore en cherchant bien et nous avons tout lieu de nous réjouir en Suisse que le grand pas de l'électrification des lignes principales de notre réseau national ait été franchi. On ne peut qu'en féliciter à nouveau l'Association Suisse des Electriciens, qui en réclame la paternité.

Der **Vorsitzende:** Ich danke Herrn Obermaschineningenieur Müller für seine sehr interessanten, uns zum Teil überraschenden Darlegungen. Ich habe erst im Verlaufe des Vortrages bemerkt, dass offenbar der Titel für unsere heutige Diskussionstagung von mir nicht genügend scharf abgefasst wurde. Wir hatten natürlich nicht die Absicht, mit unserer heutigen Diskussionstagung eine Systemfrage aufzurollen, wie dies im Vortrag von Herrn Müller zum Ausdruck kam. Wir beabsichtigten also nicht, einen Vergleich zu ziehen zwischen Dampfbetrieb und elektrischem Betrieb, sondern wir hatten restlos nur die Absicht, und das war die einzige, die uns interessierte, festzulegen, was für Möglichkeiten bei bereits elektrifizierten Bahnen dank der Elektrifizierung bestehen, um einen Teil des auf die Strasse abgewanderten Verkehrs wieder zurückzugewinnen, ähnlich wie ich dies in meinen einleitenden Worten schon zum Ausdruck brachte.

Aus dem Vortrag von Herrn Müller habe ich persönlich nur einen Punkt herausgelesen, der durch die Elektrifikation in bezug auf das von uns angeschnittene Thema einen Gewinn bringt und das ist, wenn ich recht verstanden habe, die grössere Möglichkeit, rasch viele und kleine Zugsgruppen zu bilden.

Da ich noch eine ganze Anzahl massgebender Vertreter der SBB in unserem Kreise sehe, möchte ich die Herren bitten, noch etwas beizutragen, um die Fragen zu berühren, die wir mit unserem Thema anschneiden wollten. Ich eröffne die Diskussion.

IV
Discussion

Herr **Generaldirektor Etter**, SBB, Bern: Für die Bundesbahnen stellt sich eigentlich die Frage, ob Dampf oder elektrischer Betrieb, heute nicht mehr. Wir befördern gegenwärtig 88 % aller Güter und Personen durch die elektrische Traktion. Wir haben uns also für den elektrischen Betrieb entschieden. Für uns ist heute die aktuelle Frage die, wie der abgewanderte Verkehr zurückgewonnen werden kann. Diese Frage ist nicht leicht zu beantworten. Die einen emp-

fehlen komplette Auflockerung des Fahrplanes und stellen sich darunter irgend etwas vor. Ich habe aber noch nicht gesehen, dass es diesen Leuten klar gewesen ist, was sie damit erreichen. Die Befürworter der Auflockerung des Fahrplanes gehen offenbar von der Erwägung aus, dass durch das Aufkommen des Strassenfahrzeuges (Auto) ein Bedürfnis des Publikums nach vermehrten und schnelleren Veränderungsmöglichkeiten von Ort zu Ort entstanden ist. Auch wir können uns der Tatsache nicht verschliessen, dass die Bedürfnisse des Publikums sich gewandelt haben. Die Bahnen müssen sich diesen veränderten Verhältnissen anpassen, aber kann dies durch blosse Auflockerung des Fahrplanes geschehen? Herr Oberingenieur Müller hat bereits dargelegt, dass uns der Kilometer Sitzplatz beim aufgelockerten Verkehr, den wir mit leichten Fahrzeugen, Einzeltriebwagen, Triebwagenzügen oder leichten Zügen durchführen können, wesentlich teurer zu stehen kommt als bei schweren Zügen. Dies ist ohne weiteres erklärlich. Auch ein privater Autobesitzer, der über 10-, 5- und 2-t-Wagen verfügt, besorgt, wenn er 10 t zu befördern hat, diesen Transport mit einem 10-t-Wagen und nicht mit fünf 2-t-Wagen. Man würde ihn einen unvernünftigen Geschäftsmann nennen, wenn er anders handelte. Wenn die Post 60 Personen zu befördern hat, so nimmt sie eben 2 Wagen zu 30 Personen, weil dies billiger ist, und nicht eine Anzahl kleinerer Wagen. Man findet dies ganz in der Ordnung. Zur Ergänzung der Ausführungen von Herrn Müller sei noch folgendes Beispiel erwähnt:

Wenn wir 480 Personen von Zürich nach Bern zu befördern haben, so können wir diesen Transport mit einem mittelschweren Zug ausführen. Wenn wir aber diesen Transport auflösen wollten, so würden wir hiezu 7 Leichttriebwagen benötigen. Da man nur auf Stationsdistanz fahren kann, müsste für die Zugfolge die grösste Stationsdistanz massgebend sein (Burgdorf-Wynigen), wo 7 Minuten Abstand nötig sind. Hiezu kommt noch die Zeit für die Rückstellung des Einfahrsignals in Wynigen, die Rückblockung des Zuges, die Oeffnung des Ausfahrtssignals in Burgdorf, so dass sich die Leichttriebwagen im besten Fall in einem Zeitabstand von 10 Minuten folgen könnten. Es würde somit für die genannte Personenzahl ein Zeitaufwand von einer Stunde benötigt. Während dieser Zeit wäre das Geleise vollständig besetzt; es wäre kein Schnellzug oder Güterzug in derselben Richtung möglich. Ein Personenzug für 480 Personen erfordert an Personal 3 bis 4 Mann (ein Lokomotivführer und 2 bis 3 Mann Zugspersonal). Die 7 Leichttriebwagen benötigen aber 7 Chauffeure und 7 Mann Bedienung, also 14 Mann für die gleiche Reisendenzahl. Ferner ist zu beachten, dass ein Zug von Zürich nach Bern vom Stationspersonal, Barrierenpersonal usw. 162 Betätigungen erfordert; bei 7 Zügen wären es somit 1134 solcher Betätigungen. Daraus ergibt sich ohne weiteres, dass die Auflockerung nicht billiger, sondern wesentlich teurer ist. Wie verhält es sich nun aber für die gleiche Personenzahl beim Auto? Hiefür würden z. B. 16 Wagen zu 30 Personen benötigt, die alle fast gleichzeitig am Bestimmungsort ankommen, weil sie sich auf sehr kurze Distanz folgen können, während der Bahntransport über eine Stunde erfordert. Somit ist die Bahn beim Leichttransport der Strasse gegenüber im Nachteil.

Es zeigt sich immer mehr, dass die Bahn stark ist für den Schwerverkehr und vielleicht auch beim Schnellverkehr, dass sie aber bei kleinen Transporten im Nachteil ist. Aus dieser Feststellung soll nicht ohne weiteres geschlossen werden, dass alles bleiben soll, wie es heute ist. Wir wollen eine gewisse Auflockerung und bessere Anpassung der Fahrgelegenheiten an die Bedürfnisse, aber wir wollen jedes Bedürfnis so befriedigen, wie es dem Reisenden am besten passt und wie es wirtschaftlich am besten durchführbar ist. Herr Müller hat auch darauf hingewiesen, dass gewisse Verkehrsarten eine Auflockerung nicht ertragen würden, wie z. B. der Vorortsverkehr. Es ist sodann festzuhalten, dass die Ausnützung der Fahrzeuge beim Leichtverkehr viel geringer ist als beim Schwerverkehr. Eine schwere Lokomotive wird eine viel grössere Tagesleistung erreichen als ein Leichtfahrzeug. Auch mit Motorwagen ist es nicht möglich, eine gleiche Tagesleistung wie mit Lokomotiven zu erreichen, weil die Motorwagen für gewisse Tageszeiten und besondere Bedürfnisse nicht genügen würden. Wenn Leichttriebwagen mit ihren Kursen in Tageszeiten hineinkommen, wo grosser Andrang herrscht, ist mit ihnen nichts anzufangen. Sie stehen in diesen Zeiten still, während ein leistungsfähigeres Fahrzeug auch in diesen Zeiten weiter arbeitet. Das Problem liegt somit nicht in der Auflösung des Zugsverkehrs allein, sondern es ist das Heil in der möglichsten Anpassung zu suchen. So werden wir schwere, mittelschwere und leichte Züge ohne Nebenaufgaben und solche mit beschränkten und vollen Nebenaufgaben sowie Leichttriebwagen benötigen und sie so verwenden, dass jedes Vehikel gut ausgenützt ist. Es kann vielleicht damit gerechnet werden, dass durch die Verbesserung der Verbindungen auf dem Schienenwege ein kleinerer Teil des heutigen Strassenverkehrs zurückgewonnen werden kann. Ein gewisser Verkehr ist und bleibt uns durch die Konkurrenz auf der Strasse verloren. Es ist auch möglich, dass der Gesamtverkehr in besseren Zeiten wieder steigt. Aus dieser Vermehrung der Reisendenzahl wird auch der Bahn etwas zufallen, wenn sie sich den Bedürfnissen anzupassen weiss.

Die Bahnen sind dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein dankbar, dass er ihnen Gelegenheit gegeben hat, hier vor Ihrem sachverständigen Forum ihre Ansichten auseinanderzusetzen. In anderen Versammlungen ist es schwerer, weil man es oft mit Leuten zu tun hat, die mit voreingenommenen Meinungen erscheinen und glauben, wir bei der Bahn seien immer noch im Mittelalter des Verkehrs.

Der **Vorsitzende:** Ich danke Herrn Generaldirektor Etter für seine ergänzenden Bemerkungen zum Vortrag von Herrn Obermaschineningenieur Müller.

Herr Generaldirektor Etter hat zwar eine ganze Anzahl der von mir angeschnittenen Fragen berührt, jedoch ohne eine der gestellten Fragen positiv zu beantworten. Es ist ja sehr wohl verständlich, dass eine restlose Abklärung nicht so einfach ist, aber man dürfte vielleicht doch denken, dass, solange man das Ganze nur technisch betrachtet, eine Antwort möglich sein sollte. Wir würden es von uns aus gerne sehen, wenn wenigstens noch die Punkte herausgeschält werden könnten, bei denen der Techniker durch seine Mittel helfen könnte, das von uns angestrebte Ziel der teilweisen Rückwanderung des Verkehrs von der Strasse auf die Schiene zu ermöglichen. Die Fragen habe ich in meinen Eingangsworten ja ziemlich klar herausgehoben. In der Diskussion möchte ich an und für sich alles vermeiden, was der Besprechung einer Systemfrage gleichkäme.

Herr **Leyvraz**, Ingenieur der Visp-Zermatt-Bahn, Visp, kommt auf die Schlussfolgerung von Herrn Obermaschineningenieur Müller zurück, wonach die Elektrifizierung der Bahnen nichts zur Beschleunigung des Verkehrs beigetragen habe, dass die nämlichen Geschwindigkeiten auch mit Dieselmotoren oder Dampftraktion erreicht werden können. Herr Leyvraz bemerkt, dass diese Feststellung für das Flachland zutreffend sein möge, auf Gebirgsstrecken dagegen seien die Verhältnisse anders. Er erwähnt als Beispiel die Möglichkeiten der elektrifizierten Visp-Zermatt-Bahn, wo bei einer Steigung von 125 ‰ und einer 47-t-Maschine und 80 t Anhängelast eine Geschwindigkeit von 22 km/h erzielt wird, während mit den Dampflokomotiven, allerdings noch älteren Modells, mit 42 t Anhängelast noch 7 bis 8 km/h erreicht werden können. Bei der Verwendung von neueren Dampflokomotiven von 42 t der Furka-Oberalp-Bahn werden bei einer Anhängelast von 50 t nur 11 bis 12 km/h erreicht. Mit den um 5 t schwereren elektrischen Lokomotiven können bei Erreichung der gleichen Geschwindigkeit von 22 km/h 4 Vierachser-Personenwagen mehr mitgeführt werden als bei der Dampftraktion. Diese Leistung kann auch mit einer Diesel-Lokomotive nicht erreicht werden. Es ist auch zu sagen, dass z. B. bei der Brünig-Linie die Elektrifizierung eine bedeutende Beschleunigung bringen wird. So trägt also die Elektrifizierung zur Beschleunigung des Verkehrs doch etwas bei, besonders auch bei der Gotthard-Linie.

Die Furka-Oberalp-Bahn besitzt 2 Benzin-Motorwagen mit 32 Sitzplätzen. Diese Wagen bieten jedoch heute noch verschiedene technische Schwierigkeiten, trotzdem während 7 bis 8 Jahren Verbesserungen getroffen worden sind. So ist z. B. deren Verwendung bei einer Temperatur von —20° nicht

mehr möglich. Auch die Verwendungsbeschränkung beim Güterverkehr, bei Tiersendungen, Holztransporten, oder bei grösserer Frequenz ist nachteilig; beispielsweise muss eine Dampflokomotive in Reserve gehalten werden.

Herr **Schuler**, beratender Ingenieur, Zürich, nimmt Bezug auf die Bemerkung von Herrn Generaldirektor Etter, dass das Wort «Auflockerung» ein Schlagwort sei und möchte seinerseits dafür sorgen, dass dieses Schlagwort aus unserem Fachkollegium verschwindet. Der Fahrplan der Schweiz unterscheidet sich wesentlich von demjenigen des Auslandes, weil wir neben einem Gerippe von Schnellzügen und dazwischenliegenden Personenzügen noch ein ausgedehntes Gerippe von internationalen Schnellzügen haben, die wir nicht «auflockern» können. Diese Schwierigkeit haben andere Länder nicht in dem Masse. Mit der vorgesehenen Einführung der Städteschnellzüge wird ein wesentlicher Schritt im Sinne der Auflockerung des Schnellzugsverkehrs getan. Dies hat aber zur Folge, dass der Lokalverkehr mehr als bisher entsprechend eingerichtet werden muss, in dem Sinne, dass die Haltestellen der Schnellzüge besser und genauer bedient werden, so dass man die Möglichkeit hat, diese raschen Züge weitgehend zu benützen. Dass man den Vorortsverkehr nicht auflockern kann, ist selbstverständlich, weil hier die Geschäftszeiten massgebend sind. Die Vorortsverkehrfahrpläne weisen aber immer noch die Eigentümlichkeit auf, dass zwischen den Geschäftszeiten Fahrpausen von ½ Stunde, 1 Stunde und mehr vorhanden sind. Ein weiterer schwieriger Punkt sind die Nebenstrecken. Hier verkehren verhältnismässig wenig Züge, weil auch wenig Verkehr vorhanden ist. Wenn hier Auflockerung gefordert wird, so ist es von denjenigen, die auf solchen Nebenstrecken 2 bis 3 Stunden warten müssen. Hier könnte vielleicht mit dem Motorwagenbetrieb etwas gemacht werden, viel ist aber kaum möglich, weil eben der Verkehr an und für sich zu klein ist. In diesen Fällen ist das Auto absolut im Vorteil, denn wenn an 2 bis 3 Orten an Nebenlinien Geschäften nachgegangen werden muss, so braucht man mit der Bahn einen ganzen Tag, während man mit dem Auto in wenigen Stunden zum Ziel kommt. Auf den ersten Blick erscheint das Programm von Herrn Generaldirektor Etter mit der Verschiedenartigkeit der Züge etwas kompliziert, aber es ist vielleicht doch die beste Möglichkeit, diejenigen Leute auf die Bahn zurückzubringen, die jetzt wegen der Zeitersparnis mit dem Auto von ihr abgegangen sind.

Zur Bemerkung von Herrn Obermaschineningenieur Müller wegen der Geschwindigkeiten der elektrischen Lokomotiven im Vergleich zu denen der Dampflokomotive und der Dieselwagen ist zu sagen, dass die ersten elektrischen Lokomotiven der Gotthardbahn nur eine Geschwindigkeit von 75 km/h entwickelten, weil eben für die Strecke Erstfeld-Bellinzona nicht mehr verlangt wurde. Erst als man dazu kam, auch andere Strecken zu elektrifizieren, war das Bedürfnis nach schnelleren Lokomotiven sofort vorhanden und konnte auch sofort befriedigt werden. Es war aber noch kein Grund vorhanden, über das hinauszugehen, was mit der Dampflokomotive nicht auch hätte erreicht werden können, denn damals hielt man es noch nicht für nötig und auch nicht für sicher genug, über 90 bis 100 km/h zu gehen. Dass man das, was heute die besten Dampflokomotiven leisten, ohne weiteres auch mit elektrischen vollbringen kann, ist selbstverständlich. Ein ganz wesentlicher Vorteil der elektrischen Traktion wurde von Herrn Müller nicht erwähnt, nämlich der, dass die elektrischen Fahrzeuge an den Endstationen nicht umgewendet werden müssen und sofort wieder zu jeder weitern Fahrt bereit sind.

Herr **E. Schroeder**, Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden: Zwei Dinge sind es, die das Leben unseren Bahnen zur Zeit besonders schwer machen: Das Auto und die Krise. Die Krise wird, wenigstens zum Teil, so hoffen wir, vorübergehen. An den Teil, der bleibt, wird man sich anpassen müssen, auch die Bahnen, durch Abschreibung untergegangener Werte und durch Anpassung an das neue Verkehrsvolumen unter möglichster Verbilligung der Transporttaxen. Das Auto ist ein Produkt der Technik, und zwar ein äusserst geschicktes und raffiniert gebautes Produkt; es bekämpfen, ist falsch. Das Auto wird niemals das Ende der Eisenbahn bedeuten. Beide Verkehrsmittel haben auch in Zukunft ihre Existenzberechtigung. Es mag deshalb gestattet sein, einige Vergleiche zu ziehen zwischen Bahn und Auto.

Gewichte: Das Automobil mit thermischem Motor ist ein Selbstfahrer. Es bedarf, wie das Dampffahrzeug, keines Kraftwerkes, keiner Leitungen und Unterwerke. Es führt seinen Energiebedarf im Brennstoffbehälter mit sich.

Ein Automobil für 4 Personen wiegt 800 bis 1200 kg. Das macht bei voller Besetzung pro Person im Mittel 250 kg Tara. Ein Automobil für 6 Personen hat ein Gewicht von ca. 1500 bis 1800 kg oder, bei voller Besetzung, eine Tara von 250 bis 300 kg pro Person. Mit weniger als einer Person kann das Auto überhaupt nicht besetzt sein. Es wiegt dann im Maximum pro Kopf 1000 bis 1650 kg für 4- oder 6plätzige Wagen. Es wird also bei einer mittleren Besetzung mit 2 oder 3 Personen 500 bis 600 kg pro Reisenden wiegen.

Unser Leichttriebwagen ist nicht ein leichtes Fahrzeug im absoluten Sinne, sondern lediglich im Vergleich zu seinen Kollegen, die 50 bis 75 t wiegen. Der SBB-Leichttriebwagen wiegt 32 t bei 70 Sitz- und 30 Stehplätzen, total 100, d. h. pro Platz 320 kg oder pro Sitzplatz 460 kg bei voller Besetzung.

Ein vierachsiger Personenwagen der SBB, nicht Leichtbauart, aber neuester Konstruktion, wiegt rund 500 kg pro Platz, wenn er vollbesetzt ist. Wenn er halbbesetzt ist, so steigt diese Zahl auf 1000, bei Viertelbesetzung auf 2000 kg.

Ein Zweitklasswagen wiegt gegen 1100 kg pro Sitzplatz. Ein Schlafwagen zeigt eine Tara von 56 t bei 24 Plätzen, 2330 kg pro Platz. Ein amerikanischer Pullmanwagen schliesslich wiegt etwa 75 t bei etwa 60 Sitzplätzen, also etwa 1240 kg pro Passagier.

Zu einem Personenzug gehören mindestens noch ein Gepäckwagen mit ca. 18 t Tara und eine Lokomotive mit meist über 100 t Gewicht. Rechnet man das Taragewicht des ganzen Zuges pro effektiv zu befördernden Reisenden pro Jahr, so wird man im Mittel zu einer Zahl kommen, die zwischen 5 und 10 t liegt. Nimmt man an, sie sei 7,5 t, genau ist sie nicht zu bestimmen, da sie statistisch nicht erfasst wird, so ergibt sich, dass auf der Bahn ungefähr 13,5mal mehr Taragewicht pro Reisenden befördert wird als beim Auto und etwa das 100fache des Gewichtes des Reisenden selbst, der mit 75 kg eingeschätzt werden soll. Eine Ameise soll imstande sein, das 5- bis 7fache ihres Eigengewichtes zu schleppen, während auf der Bahn das 100fache des Personengewichtes aufgewendet werden muss, um Menschen sicher und zuverlässig über eine sorgfältig präparierte, nach allen Seiten geschützte Bahn zu befördern. Die Steuerung der Fahrrichtung übernehmen die Schienen und die Weichen. Bedeutendere Linien sind durchwegs zweispurig angelegt, so dass der Verkehr nur in einer Richtung auf einem Geleise sich abwickeln kann. Jeder Zug ist durch ein raffiniert ausgedachtes Signalsystem auf seiner Fahrt sorgfältig geschützt; Unfälle und selbst Ueberraschungen können normalerweise überhaupt nicht vorkommen, weil der Lokomotivführer stets genau weiss, was vor ihm liegt und was vor ihm geschieht.

Beim Auto ist das alles ganz anders. Das Führerpersonal ist viel weniger sorgfältig ausgesucht und auf seinen Beruf vorbereitet als bei der Bahn und es betreibt seinen Beruf in den meisten Fällen sogar nur im Nebenamt. Dafür steht ihm jede Stadt- und Landstrasse zur Verfügung; ob gut oder schlecht, bekannt oder unbekannt, muss der Fahrer den Wagen in seiner Richtung und in seiner Geschwindigkeit steuern unter viel schwierigeren, ihm zum Teil völlig unbekannten, jeden Moment wechselnden Verhältnissen. Er muss ständig auf alle möglichen Zwischenfälle oder Ueberraschungen augenblicklich reagieren, seine psychische Inanspruchnahme ist grösser.

Dazu kommt, dass der heutige Eisenbahnbetrieb rund 100 Jahre alt ist, das Auto in seiner vollen Entwicklung vielleicht 25 Jahre hinter sich hat. Es stehen diesem jedenfalls noch andere Entwicklungsmöglichkeiten bevor als der Bahn.

Die enormen Transportgewichte, die bei der Bahn durchwegs in hochwertigem, teurem Material angelegt sind, sind, beiläufig gesagt, gar nicht bezahlt, sondern wir sind sie noch fast 100 % schuldig. Dieses Material muss unterhalten wer-

den, es sollte amortisiert und erneuert werden. Bei der Raschlebigkeit unserer Zeit werden solche Anlagen bald unmodern und sie sollten durch moderne Wagen ersetzt werden können. Dagegen steckt die Bahn immer wieder für kostspielige Revisionen und Auffrischungen schweres Geld in das alte und überaltete Rollmaterial, das dabei immer unmoderner wird.

Wenn man Tausende von kWh elektrischer Energie aufgewendet hat, um den viel zu schweren Personenzug auf einen Berg zu bringen, z. B. den Gotthard, dann verwenden wir die in den Zug gesteckte potentielle und kinetische Energie, die auf der Talfahrt wieder frei wird, dazu, um kostbares Material, wie Radbandagen, Bremsklötze und Schienen abzuschleifen. Der Rest geht in Form von Wärme und Geräusch in die Luft, so dass von Oekonomie keine Rede sein kann. Das ist im Prinzip beim Auto nicht anders, aber in seinen Auswirkungen wegen der wesentlich geringeren Tara eben doch bedeutend weniger schlimm. Dass es unter diesen Umständen nicht als eine Vermessenheit gelten kann, Leichttriebwagen zu konstruieren, liegt auf der Hand. Dies ist im Gegenteil eine nationale Pflicht.

Geschwindigkeit. Unsere SBB-Leichttriebwagen Nr. 201-206 besitzen eine nominelle Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit für elektrische Schnellzugslokomotiven wird jetzt in der Schweiz auf 110 km/h angesetzt. Für die Dreiwagenzüge, die am 15. Mai 1937 in Betrieb kommen sollen, beträgt sie 150 km/h. In Deutschland wurden Triebwagenzüge für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit gebaut und sind bereits im Betrieb. Einzelne neue Schnellzugslokomotiven werden dort für 180 km/h Höchstgeschwindigkeit vorgesehen. Der Rekord für elekrische Züge auf der Bahn steht auf 210 km/h, der in den Jahren 1901—03 auf der Strecke Marienfelde-Zossen bei Berlin mit einem Versuchszug der AEG erreicht wurde.

Fast jedes bessere Personen-Automobil kann auf freier Bahn jederzeit eine Maximalgeschwindigkeit von über 100 km/h erreichen. Der Rekord steht, glaube ich, heute auf gegen 500 km/h. Steigungen nimmt das Auto bis zur Grössenordnung von 10 bis 25 % gegenüber 25 bis 35 ‰ im Maximum bei Vollbahnen, Kurven von 15 m Radius gegenüber 120 m bei der Bahn. Das Auto ist also auch in diesem Punkte der Bahn mindestens ebenbürtig, normale Verhältnisse vorausgesetzt.

Beschleunigung und Verzögerung. Für die Fahrt zwischen in kurzen Abständen sich folgenden Stationen nützt es nichts, die Triebfahrzeuge für möglichst hohe Fahrgeschwindigkeiten anzusetzen, wenn diese Höchstgeschwindigkeiten nicht in kürzester Zeit erreichbar sind und tatsächlich während längerer Zeit auch gefahren werden können, z. B. wegen vorhandenen Geschwindigkeitsbegrenzungen der Bahn selbst durch Brükken, Kurven usw., sonst wird die Reisegeschwindigkeit, und auf diese allein kommt es an, tief bleiben. Das ist für jeden Techniker ohne weiteres klar. Es heisst mit andern Worten: Die Anfahrbeschleunigung und die Bremsverzögerung müssen möglichst gross sein. Beim Leichttriebwagen der SBB werden wahrscheinlich die höchsten Werte aller SBB-Triebfahrzeuge erreicht. Die Anfahrbeschleunigung beträgt dort ca. 0,5 m/s², die Bremsverzögerung ca. 1,0 m/s². Wenn man z. B. mit einer Geschwindigkeit von 108 km/h fährt, so entspricht dies 30 m/s; zum Anfahren braucht man 60 s bei 900 m Anfahrweg, zum Bremsen 30 s bei 450 m Bremsweg.

Das Personenauto kann, normale Strassenverhältnisse vorausgesetzt, mit bis 5 m/s² Beschleunigung anfahren und mit über 6 bis 7 m/s² bremsen, d. h. die Anfahrzeit beträgt für die angegebene Geschwindigkeit 6 s, der Anfahrweg 90 m, die Bremszeit 5 s und der Bremsweg $5 \times 15 = 75$ m. Das sind Höchstwerte, aber ihr Wert ist gross. Er kann von der Bahn unter den gegenwärtigen Verhältnissen überhaupt nie erreicht werden. Der Grund liegt im grösseren Reibungskoeffizienten zwischen Gummireifen und Strasse gegenüber Radreifen aus Stahl und Schiene. Durch diese ist die max. Beschleunigungs-, bzw. Bremskraft bestimmt. Dazu kommt das kleinere Gewicht, die geringere Masse gegenüber den entsprechenden Werten der Bahn; beide sind für Beschleunigung und Verzögerung massgebend. Der Reibungskoeffizient auf der Bahn ist etwa 2,5mal kleiner als der zwischen Pneu und Strasse unter normalen Verhältnissen. Auf jeden Fall ist auch punkto Beschleunigungs- und Verzögerungsmöglichkeit das Auto der Bahn um ein Vielfaches überlegen.

Wenn man diese enormen Vorzüge rein technischer Natur, die das Personenauto gegenüber dem Personenverkehr auf der Bahn hat, sich unparteiisch vor Augen stellt, d. h. 1/10 bis 1/15 des mittleren Taragewichtes pro Reisenden, ungefähr gleiche mittlere und maximale Geschwindigkeiten, 8- bis 10-fache Anfahrbeschleunigung und Bremsverzögerungsmöglichkeit, dazu die Freizügigeit des Autos, Haus- zu Haus-Verkehr, die grössere Möglichkeit des Dienstes am Kunden, die Fahrplangestaltung nach jedermanns Wunsch und Bedürfnis, in Rechnung stellt und in Vergleich setzt zur Bahn, die trotz ihrer bisherigen Monopolstellung durch gesetzgeberische Massnahmen und internationale Verpflichtungen und Normalisierungen gehemmt ist, die in Forderungen nach Sicherheit des Verkehrs zu übergrossen Materialaufwendungen geführt hat, dann sieht man, wie gross und wie gefährlich die Konkurrenz ist, die der Bahn im Personenauto entstanden ist.

Wenn wir Konstrukteure in Zusammenarbeit mit den SBB Leicht-Triebwagen und -Züge schaffen, so bedeutet dies nichts anderes als einen Beitrag und ein Mittel, um sich auf der technischen Seite zu wehren gegen die immer mehr aufkommende Autokonkurrenz. Der Leichttriebwagenverkehr strebt an, die drei Faktoren zu verwirklichen, welche die Zukunft der Bahn bedeuten: «Leichter, Rascher, Bequemer». Er wird zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des elektrifizierten Bahnbetriebes am meisten beizutragen vermögen.

Es ist ausserordentlich verdienstlich und anerkennenswert, dass die leitenden Organe der Schweizerischen Bundesbahnen und anderer Vollbahnen in der Schweiz den Weg des Verkehrs mit Leichttriebzügen auf ihren elektrifizierten Einphasenlinien beschritten haben und weiter entwickeln. Sie sind die ersten Bahnen, die das getan haben. Diese Pionierarbeit muss dankbar anerkannt werden, speziell von seiten der mitarbeitenden Industrie. Weder in Deutschland noch in Frankreich, noch in den Vereinigten Staaten von Amerika wurden bis jetzt ähnliche Fahrzeuge entwickelt. Zu dem Verkehr mit Leichttriebzügen und zu den damit im Zusammenhang stehenden Bestrebungen gehört aber ein passender Fahrplan und der scheint mir heute noch zu fehlen.

Herr **H. Wüger**, Ingenieur der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich, bemerkt, dass sich die Diskussion bisher ausschliesslich auf die Hauptbahnen bezogen habe, während es bei den Nebenbahnen ebenso wichtige Probleme der Verkehrsverbesserung gibt, die auch mit den Interessen der Elektrizitätswerke und damit dem SEV verknüpft sind. Wir haben sehr viele kleine Bahnen, die grosse Sorgenkinder sind und bei denen es vieles zu verbessern gäbe. Herrn Oberingenieur Müller ist beizupflichten, wenn er erklärt, dass die Elektrifizierung nicht das Alleinheilmittel sei. Eine Ueberprüfung der Fahrpläne zeigt, dass von 95 Kleinbahnen 58 Reisegeschwindigkeiten von unter 20 km/h und 37 Bahnen solche von 15 km/h und weniger aufweisen. Solche Geschwindigkeiten sind heute absolut ungenügend. Wenn diese Bahnen sogar noch elektrisch fahren, so liegt nicht darin der Grund für die geringen Geschwindigkeiten. Wir sollten durch intensive Zusammenarbeit zwischen den Bahnen, den Fabrikanten und den Werken etwas Besseres zu erreichen suchen und der SEV wäre berufen, diese Zusammenarbeit anzubahnen.

Bei den Kleinbahnen spielt die gesetzliche Beschränkung der Geschwindigkeiten eine grosse Rolle. Diese Schranken sind unbedingt bei zu tiefen Werten angesetzt. Sehr viele eingleisige Strassenbahnen verkehren auf schmalen Strassen, wobei das Geleise nicht in Strassenmitte, sondern seitlich liegt. Deshalb verkehren die Bahnwagen in der einen Fahrrichtung verkehrswidrig links. Dieser Umstand bildet neben andern Gründen ein Haupthindernis für die Bewilligung grösserer Geschwindigkeiten. Die Verhältnisse solcher Kleinbahnen können auf zwei Arten verbessert werden: Weg von der Strasse auf ein eigenes Trasse oder weg von der Schiene zum gleislosen Betrieb mit elektrischen Trolleybussen, oder, bei ganz schwachem Verkehr, mit Dieselautobussen. Es wäre

angezeigt, die Verhältnisse der Kleinbahnen bald und gründlich zu untersuchen. In vielen Fällen müssten dann die elektrischen Anlagen nicht beseitigt werden, sondern könnten zum grössten Teil in modernen, nützlichen Verkehrsanlagen weiter verwendet werden.

Der **Vorsitzende** schliesst die Sitzung in schon sehr später Mittagsstunde und bedauert ganz ausserordentlfich, dass durch den scheinbar unklaren Titel «Wie und was kann die Elektrifizierung zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Betriebes der Bahnen beitragen?» ein relativ unbefriedigendes Ergebnis in bezug auf das angesetzte Ziel herausgekommen ist. Es sind sicher sehr viele äusserst interessante Punkte bekanntgegeben worden, wenn auch nur wenige in direktem Zusammenhang mit unseren Fragen.

Herr Direktor Parodi konnte leider den deutschen Ausführungen nicht folgen; er wird seine Meinung nachträglich noch schriftlich bekanntgeben.

V
Compléments

Referat [1])

von Herrn Reichsbahnoberrat **Mühl**, München.

Die Verkehrsteilung zwischen Schiene und Strasse bringt naturgemäss in bestimmtem Umfang eine Abwanderung von der Schiene mit sich. Die Eisenbahnen haben nicht mehr wie früher das Monopol im Verkehrswesen, sondern müssen bestrebt sein, durch Verbesserungen des Betriebes den Besitzstand des Verkehrs zu erhalten und müssen versuchen, verlorenen Verkehr zurückzugewinnen.

Diese Verbesserungen sind im allgemeinen nicht abhängig von der Betriebsform. Der elektrische Zugbetrieb hat jedoch, besonders in den bereits elektrifizierten Streckengebieten, den Vorteil, dass er durch die besonderen Vorzüge seiner Triebfahrzeuge in manchen Fällen mit geringeren Mehrkosten und grösserem Erfolg die erstrebte Verbesserung der Verkehrsbedienung erreicht, als es bei anderen Betriebsformen möglich ist.

Die Eisenbahnen machen zur Zeit durch den Einsatz von zahlreichen anderen Verkehrsmitteln ohne Zweifel eine scharfe Krise durch. Sie wird aber nicht zu ihrem Untergang führen, sondern nach einigen Jahren wird sich zwischen Schiene und Strasse ein Gleichgewichtszustand einstellen, der für die Schiene um so günstiger sein wird, je mehr es gelingt, die Betriebsführung unter Berücksichtigung der volkswirtschaftlichen Interessen den neuzeitlichen Forderungen anzupassen.

Par suite du partage du trafic entre le rail et la route, le rail doit naturellement en céder une part déterminée à la route. Les chemins de fer n'ont plus comme par le passé le monopole du trafic. Ils doivent donc s'efforcer, par des améliorations de l'exploitation, de maintenir la part du trafic qui leur reste et, si possible, de regagner une partie au moins du terrain perdu.

Ces améliorations ne dépendent en général pas de la forme d'exploitation. Cependant, la traction électrique permet, particulièrement sur les lignes déjà électrifiées et grâce aux avantages spéciaux inhérents à ses locomotives, de réaliser dans bien des cas l'amélioration de l'exploitation avec des frais supplémentaires moins élevés et avec plus de succès que cela pourrait se faire avec d'autres formes d'exploitation.

Du fait de l'accroissement des autres moyens de trafic, les chemins de fer passent sans doute par une période de crise très dure. Cependant, cette crise n'aboutira pas à leur ruine. Dans quelques années un état d'équilibre s'établira entre le rail et la route, état qui sera d'autant plus favorable au rail que celui-ci aura mieux réussi à adapter l'exploitation aux exigences modernes en tenant compte de l'intérêt général.

Das vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein für die Diskussionsversammlung am 18. April 1936 gestellte Thema soll die Frage behandeln, inwieweit die Elektrifizierung zur Verbesserung des Betriebes der Bahnen beitragen kann. Aus den einleitenden Worten des Herrn Vorsitzenden und aus den Referaten der Herren Obering. Müller, Bern, und Direktor Parodi, Paris, geht hervor, dass sich die Prüfung dieser Frage, um das Thema einigermassen erschöpfend zu behandeln, nicht auf den elektrischen Zugbetrieb allein beschränken darf. Durch die technische Entwicklung der Triebfahrzeuge in den letzten Jahren hat sich auf den nicht elektrifizierten Bahnen durch Steigerung der Fahrgeschwindigkeit oder durch Einsatz neuer Triebfahrzeuge, z. B. Triebwagen mit Verbrennungsmotoren usw., die Möglichkeit ergeben, den Betrieb auf der Schiene nicht unwesentlich zu verbessern und dadurch dem Verkehr günstigere Beförderungsgelegenheiten zu bieten.

Mit Rücksicht auf die allgemeine Bedeutung dieser Frage möchte daher auch ich mir erlauben, das Thema etwas weiter zu spannen und zunächst zu untersuchen, inwieweit allgemein im Wettbewerb mit andern Verkehrsmitteln der Betrieb auf der Schiene verbessert werden kann, um den Besitzstand der Bahnen zu erhalten und den abgewanderten Verkehr der Schiene wieder zurückzugewinnen.

Im Anschluss an diese allgemeine Untersuchung soll dann das eigentliche Thema behandelt werden, inwieweit die elektrische Zugbeförderung durch die besonderen Vorzüge der elektrischen Triebfahrzeuge in der Lage ist, zur Verbesserung des Betriebes auf der Schiene beizutragen.

1. Allgemeine Verkehrsentwicklung.

Nach den Veröffentlichungen in der Zeitschrift des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen konnten die Verkehrszahlen von sieben Ländern für die Jahre 1927 bis 1934 festgestellt werden. Sie sind in der Tabelle I zusammengefasst, und zwar nach dem Gewicht der beförderten Güter und nach der Zahl der beförderten Personen, beide in Millionen Einheiten. Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass in den meisten dieser Länder die Verkehrsleistungen sowohl im Güterverkehr als auch im Personenverkehr nach dem Tiefstand der Jahre 1932 und 1933 wieder im Steigen sind. Nur in Frankreich sinken die Gütermengen, in den Niederlanden, in der Schweiz und in Frankreich auch die Zahl der Reisenden weiter, während die Schweiz im Güterverkehr seit drei Jahren auf der-

[1]) Nachträglich, nach Kenntnisnahme des Vorhergehenden, schriftlich eingereicht.

selben Höhe von rund 15 Millionen Tonnen sich halten konnte.

Dieses Bild allein würde jedoch zu falschen Schlüssen führen. Das Schrifttum der letzten Jahre zeigt, dass die Entwicklung der Verkehrssteigerung wesentlich höher sein müsste, wenn nicht ein bedeutender Anteil zur Strasse abgewandert wäre und noch dauernd abwandern würde. Ueber die Grösse dieser Verlagerung werden für die einzelnen Länder in den Berichten verschiedene Zahlen angegeben. Die Deutsche Reichsbahn schätzt den Verlust durch diese Abwanderung für das Jahr 1935 auf 200 Millionen Reichsmark, das sind etwa 6 % der Betriebseinnahmen.

Verkehrsübersicht. Tabelle I.

Land	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
a) Güterverkehr in Millionen t netto:								
Deutschland	529	522	528	438	357	308	338	403
England	428	402	430	400	357	331	332	356
Frankreich	322	341	366	362	322	273	266	239
Italien	64	63	67	61	51	42	40	42
Niederlande	—	—	—	—	—	—	—	—
Schweden	19	15	21	19	15	11	11	14
Schweiz	18	19	20	19	18	15	15	15
b) Personenverkehr in Millionen Reisenden:								
Deutschland	1970	2070	2040	1900	1636	1352	1284	1408
England	1281	1272	1286	1256	1189	1155	1171	1207
Frankreich	740	761	782	806	790	720	675	629
Italien	117	112	111	137	115	105	105	109
Niederlande	96	102	107	109	102	91	90	85
Schweden	28	29	31	31	31	31	33	37
Schweiz	113	120	127	128	124	117	115	114

2. Ursachen der Abwanderung.

Die Ursachen und Gründe der Abwanderung von der Schiene auf die Strasse liegen auf verschiedenen Gebieten. Keinesfalls ist, wie bei nur oberflächlicher Prüfung dieser Frage vielfach angenommen wird, die Geschwindigkeit entscheidend für die Beförderung auf der Strasse. Im Gegenteil: Die Steigerung der Höchst- und der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten auf der Schiene in den letzten Jahren hat gezeigt, dass in diesem Punkte die Bahnen sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr den Wettbewerb mit dem Kraftfahrzeug auf der Strasse mit Erfolg aufnehmen können. Für die Benützung der schienenfremden Verkehrsmittel sprechen im allgemeinen wirtschaftliche und verkehrstechnische Gründe. Im besonderen ist hier zu erwähnen:

Zeitliche Unabhängigkeit von der Zugfolge, von der Abfahrts- und Ankunftszeit der Eisenbahnzüge, bester Kundendienst durch Haus-zu-Haus-Verkehr, Schonung der Güter durch Entfall eines oder mehrerer Umschläge, Ersparnis an Fahrtkosten für die Reisenden, da sie vom Ausgangspunkt bis zum Ziel unmittelbar gefahren werden.

Da dem Automobil kein Beförderungszwang auferlegt ist, kann es Güter, die tariflich hoch belastet werden, zu billigeren Sätzen befördern.

Niedertarifierte Güter bleiben in der Regel auf der Schiene. Dadurch hält sich der Automobilverkehr im allgemeinen von Verlustgeschäften frei.

Auch in der Verwendung und Ausnützung des Personals ist der Automobilunternehmer nicht an die strengen, aber sozialpolitisch gerechtfertigten Bestimmungen der Eisenbahnverwaltungen gebunden.

So vielgestaltig diese Gründe und Ursachen sein mögen, eines haben sie alle gemeinsam: Die Folgen der Abwanderung treten in gleicher Weise und in gleicher Höhe auf, ob die Eisenbahn mit Dampf oder Elektrizität oder mit Verbrennungsmotoren betrieben wird. Ich halte es daher, wie in der Einleitung bereits erwähnt, für wichtig, das hier gestellte Thema unabhängig von der Betriebsform zunächst allgemein zu behandeln.

Entsprechend der Bedeutung und Wichtigkeit des Güterverkehrs, der allen Bahnen die höheren Einnahmen bringt und die Unternehmungen lebensfähig erhalten kann, soll zuerst der Güterverkehr und in zweiter Linie der Personenverkehr behandelt werden. Dagegen müssen im Rahmen dieser Untersuchung alle Fragen unberücksichtigt bleiben, die mit Tarifen in Zusammenhang stehen.

3. Güterverkehr im allgemeinen.

Im Güterverkehr unterscheiden wir drei grosse Gruppen von Zugarten: Durchgangsgüterzüge, Eilgüterzüge und Nahgüterzüge (Stückgutverkehr).

Für alle diese Zugarten muss als oberster Grundsatz gelten, die Güter mit möglichst wenigen Umbehandlungen in kürzester Zeit dem Bestimmungsbahnhof zuzuführen. Denn die Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Beförderung ist eines der wichtigsten und wirksamsten Hilfsmittel der Eisenbahnen im Kampf gegen ihre Wettbewerber.

Der Durchgangsverkehr, der zum grossen Teil Massenverkehr ist, wird im allgemeinen der Schiene erhalten bleiben. Eine Auflösung des Massenverkehrs in kleinere Einheiten, also eine Beförderung der Massengüter mit Automobilen, scheitert an der Wirtschaftlichkeit. Als Wettbewerber kommen hier nur Verkehrsmittel in Frage, die mit wenig Einheiten grosse Massen befördern können; das sind die Wasserstrassen mit grossräumigen Schleppkähnen. Ihre Benützung ist naturgemäss an die Jahreszeit gebunden. In den Wintermonaten und zu Zeiten des Niederwasserstandes strömt der ganze Verkehr auf die Schiene zurück. Der Vorteil der Wasserstrasse liegt in den geringen Selbstkosten, die eine günstige Tarifgestaltung ermöglichen. Ihr Nachteil liegt in der längeren Beförderungszeit. In diesem Vergleichspunkt ist die Schiene der Wasserstrasse weit überlegen.

Für die übrigen Güter des Fernverkehrs, die nicht Massengüter sind, und für die Güter des Nahverkehrs, muss alles aufgeboten werden, um dem Kunden die Beförderung auf der Schiene so günstig zu gestalten, wie es den Bahnen unter Wahrung einer gesunden Wirtschaftsführung möglich ist, gleichgültig, ob es sich um Frachtgut, Eilgut oder beschleunigtes Eilgut handelt. Wo die Stellung eines geschlossenen Wagens zwischen Abgangs- und Zielbahnhof nicht zu rechtfertigen ist, wird das aufkommende Gut gesammelt und geschlossen zu den einzelnen Bestimmungsbahnhöfen gefahren. Aehnlich wird bei den Güterzügen verfahren, bei denen

Wagenladungen und Stückgutwagen aus einem Zulaufgebiet gesammelt und zu Zügen zusammengestellt werden. Oder die Züge werden geteilt und die Wagen nach einem bestimmten Uebergangsplan in den einzelnen Nah- oder Durchgangsgüterzügen dem Bestimmungsbahnhof zugeführt.

Verkehrs- und Betriebsdienst können auf diesem Gebiete durch zielbewusstes Zusammenarbeiten beste Erfolge erzielen. So ist es z. B. der Deutschen Reichsbahn gelungen, die Beförderungsdauer von Frachtgutwagenladungen zwischen den grossen deutschen Städten im Jahre 1934 gegen das Jahr 1914 um 15 bis 67 % oder im Mittel um über 45 % zu kürzen.

Diese Erfolge waren möglich:

Durch Verbesserung der Fahrpläne und der Fahrplanlage, durch Erhöhung der Reisegeschwindigkeit des Gutes, durch Kürzung der Aufenthalte auf den Bahnhöfen und grossen Knotenpunkten, durch bessere Organisation des Verschiebe- und Umladedienstes, durch Kürzung der Umstellzeiten der durchgehenden Wagen, durch günstigere Zugbildung, durch Durchfahren auf längere Strecken.

Es ist klar, dass bei den grossen und überaus vielseitigen Anforderungen, die an die Bahnen gestellt werden, hier nicht nach einer bestimmten Regel geordnet und verbessert werden kann. Die Anforderungen des Verkehrs müssen im einzelnen untersucht und hiernach die entsprechenden Massnahmen zur Verbesserung durchgeführt werden. Hierfür einige Beispiele, die zeigen, wie die Deutsche Reichsbahn sich bemüht, dem Wettbewerb der andern Verkehrsmittel zu begegnen.

Für bestimmte Güter sind besondere Beförderungsarten vorgesehen, wie z. B. für den ausgedehnten Milchverkehr. Das ostpreussische Vieh wird in besonderen Viehzügen nach Nord- und Mitteldeutschland gefahren. Obst und Gemüse aus Baden, der Pfalz, aus Hessen und dem Rheingau wird in Sonderzügen nach München, Nürnberg und dem Rhein-, Ruhr- und Wuppergebiet gefahren, so dass die Sendungen die Frühmärkte des nächsten Tages erreichen.

Unbefriedigend blieb jedoch die Beförderung nach Mittel-, Ost- und Norddeutschland, weil hier die Frühmärkte erst am übernächsten Tag erreicht wurden, wobei das Obst, besonders das empfindliche, wie Erdbeeren und Kirschen, an Güte verlor. Vor drei Jahren liess daher die Reichsbahn Sonderwagen bauen, mit denen das Obst aus dem Südwesten des Reiches in Schnellgüterzügen mit 90 km/h nach Nord-, Ost- und Mitteldeutschland befördert wird, so dass auch mit diesen Transporten die Frühmärkte des nächsten Tages rechtzeitig beliefert werden können.

Auch die Märkte Ostpreussens, z. B. Tilsit mit einer Entfernung von 1540 km, werden jetzt nach 30 Stunden Reisezeit erreicht. Die Beförderungsdauer ist dadurch um einen vollen Tag gekürzt.

Die besonderen Vorteile, die sich mit diesen schnellfahrenden Güterzügen erreichen lassen, sind:

1. Das äusserst empfindliche Frühobst kommt in frischem und einwandfreiem Zustand auf die Märkte.
2. Verluste durch Schwund und Verderb fallen ganz weg oder werden wesentlich eingeschränkt.
3. Die Händler können ihre Ware einen Tag früher absetzen und kommen somit um diesen Tag früher in den Besitz ihrer Guthaben. Sie sind daher in der Lage, mit dem gleichen Kapital mehr Geschäfte als bisher zu tätigen.
4. Für die abgelegenen Gebiete wird die Absatzmöglichkeit wesentlich erweitert. Es kommt nicht mehr vor, dass an sehr heissen Tagen bereits verladene Erdbeeren nur deshalb wieder entladen werden müssen, weil sie die Beförderung nicht aushalten.
5. Die Anbauflächen können vergrössert werden.

Die Benutzung dieser Züge hat die Erwartungen weit übertroffen.

Für die Beförderung der Kohle nach Kraftwerken werden eigene geschlossene Grossraumwagenzüge gefahren, von denen ein Wagen bis zu 60 t fasst.

Zur raschen Beförderung von Stückgut wurden besondere leichte Güterzüge (Leig) eingerichtet. Diese «Leig» bestehen aus zwei kurz- und ohne Stirnwand gekuppelten grossen Güterwagen. Durch kurze Aufenthaltszeiten auf den Bahnhöfen und höhere Fahrgeschwindigkeiten werden bei diesen Zügen wesentlich günstigere Reisezeiten für das Gut erzielt.

Die Einführung der Behälter bietet den Benützern den Vorteil, dass das Gut ohne Verpackung vom Hofe des Versenders bis zu dem des Empfängers gefahren werden kann. Die Gefahr der Beförderungsschäden wird geringer. Die Behälter sind meist mit Fahrrollen ausgerüstet, vereinfachen und beschleunigen die Abfertigungs- und Ladegeschäfte und gestatten eine bessere Ausnützung des Wagenraumes. Die Verwendung der Behälter in den Leigeinheiten hat eine weitere Beschleunigung dieser Züge ermöglicht, da während der Fahrt von Bahnhof zu Bahnhof das Gut für den nächsten Bahnhof in einem Behälter gesammelt wird. An der Güterhalle wird der Behälter abgestellt und der neue Behälter eingeladen, dessen Gut auf der Fahrt wieder verteilt wird. Der Behälterverkehr hat sich bei den Verfrachtern besonders gut eingeführt.

Neuerdings werden ganze Güterwagen mit Ladung von der Schiene zum Empfänger oder vom Verfrachter zur Schiene auf einem besondern Strassenfahrzeug, dem Culemeyerwagen, befördert. Diese Art der Verkehrsbedienung kommt dem Haus-zu-Haus-Verkehr des Kraftwagens sehr nahe.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Güterzugbetrieb im allgemeinen den Anforderungen des Verkehrs nach Menge, Pünktlichkeit, Raschheit und Sicherheit entspricht.

4. Personenverkehr im allgemeinen.

Wie im Güterverkehr, so sind auch im Personenverkehr drei grosse Gruppen von Zugarten zu unterscheiden: Der Durchgangsverkehr, der in der Regel mit Schnellzügen bedient wird, die schweren Personenzüge mit verschiedenen Verkehrsaufgaben und die Züge des Vorort- und Nahverkehrs, die hauptsächlich den Berufs- und Siedlungsverkehr zu bedienen haben. Jede dieser Zugarten hat verschiedene Aufgaben; daher sind auch die Forderungen und die zur Erfüllung dieser Forderungen nötige Gestaltung des Betriebs verschieden.

Der Durchgangsverkehr mit Schnellzügen wird zum grössten Teil auf der Schiene bleiben. Der Grund hierfür ist in erster Linie die hohe Reisegeschwindigkeit, die in den letzten Jahren durch Verbesserung des Oberbaues, Begradung der Linienführung, Einsatz leistungsfähiger Lokomotiven und geeigneter Wagen bedeutend gesteigert werden konnte. Bei diesen Zügen, die nur wenige Halte haben, kommt es nicht so sehr auf ein hohes Beschleunigungsvermögen an, sondern auf die erreichbare Höchstgeschwindigkeit und auf die Zeit, wie lange diese Geschwindigkeit eingehalten werden kann. Das Mass und die Grenze hierfür ist gegeben durch die Wirtschaftlichkeit und vor allem durch die Sicherheit, die von keinem Wettbewerber der Eisenbahnen erreicht werden kann. Die Erhöhung der Geschwindigkeit erfordert Brems- und Hilfseinrichtungen, die den durch den Vorsignalabstand gegebenen Bremsweg unbedingt einzuhalten gestatten.

Die Güte der Fahrt muss auch bei den höchsten Geschwindigkeiten gewahrt bleiben.

Ein weiterer Grund, der werbend für die Benützung der Schnellzüge wirkt, sind die Annehmlichkeiten, die dem Reisenden geboten werden:

Vollständig freie Bewegung im Zuge, Vorhaltung von Raucherabteilen, die im Automobil aus Sicherheitsgründen im allgemeinen nicht zugelassen werden; Führung von Kurswagen, die ein Umsteigen der Reisenden ersparen, Speisewagen und Schlafwagen bei den Nachtschnellzügen, die dem Reisenden Zeit sparen, da er die Tageszeit für die Arbeit nicht verliert. Ausgiebige und reichliche Beleuchtung, Heizung in den kälteren Monaten und Lüftung mit gekühlter Luft in der warmen und heissen Jahreszeit, Polsterung der Sitze auch in der niedersten Wagenklasse, freundliche Innenausstattung der Wagen und eine Bauart, die eine befriedigende Aussicht erlaubt.

Alle diese Vorzüge sind werbekräftig genug, um diesen Verkehr der Schiene zu erhalten.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den schweren Personenzügen. Eine weitere Beschleunigung ist jedoch bei diesen Zügen erwünscht und auch möglich durch Einsatz von Lokomotiven mit hohem Beschleunigungsvermögen und durch Teilung der Züge in mehrere kleinere Einheiten für die Reisenden und Abtrennung des Güterverkehrs durch Führung eigener Eilgüterzüge.

Bei den vielfach nur kurzen Bahnhofsabständen kommt es bei diesen Zügen weniger auf hohe Endgeschwindigkeiten als vielmehr auf grosse Beschleunigungen an, die gestatten, die Höchstgeschwindigkeit von etwa 90 km/h rasch zu erreichen. Da die Mehrzahl der Abgewanderten auf die Personenzüge trifft, sind gerade auf diesem Gebiet Verbesserungen nötig. Die Möglichkeiten, Verkehr zurückzugewinnen und Verkehr zu erhalten, wurden schon bei Behandlung der Durchgangszüge erwähnt. Von besonderer Bedeutung für diese Züge ist die Wahrung der Anschlussmöglichkeiten in den grossen Knotenpunkten und die Grösse der Aufenthaltszeiten auf den Bahnhöfen, die auf das geringste Mass beschränkt werden müssen. Denn der Reisende rechnet in unserer hastigen Zeit mit jeder Minute; und es kommt ihm nicht nur darauf an, rasch gefahren zu werden, sondern er verlangt auch häufige Fahrgelegenheit, so dass er durch Warten auf den nächsten Zug möglichst wenig Zeit verliert.

Diese Forderung hat dazu geführt, den Fahrplan aufzulockern und statt weniger schwerer Züge kleine Zugeinheiten mit kurzen Zeitabständen einzusetzen.

Die gleichen Forderungen werden auch an den Vorort- und Nahverkehr gestellt, der den vielfach stossweise anfallenden Berufsverkehr zu bedienen hat. Dieser Massenverkehr ist nur auf der Schiene möglich. In grösseren Städten stehen hier die Bahnen mit den Strassenbahnen und Grossautomobilen in scharfem Wettbewerb, der um so fühlbarer dort wird, wo die beiden Schienen oder Schiene und Strasse nebeneinander in die Vororte dringen und die Reisenden auf die Benützung von Bahn *und* Strassenbahn oder Automobil angewiesen sind.

Verbesserung der Fahrplangestaltung, grosse Geschmeidigkeit in der Anpassung an das Verkehrsaufkommen und grösste Auflockerung in Verbindung mit angenehmen und guten Fahreigenschaften der Wagen sind hier die Aufgaben, die zu lösen sind. Dazu werden noch kürzeste Fahrzeiten gefordert, die bei den oft nur wenige hundert Meter entfernt liegenden Haltepunkten nur schwer zu erreichen sind. Für diesen Verkehr müssen Einheiten zur Verfügung stehen, deren Leistung Anfahrbeschleunigungen weit über das gewöhnliche Mass hinaus ermöglichen und Bremseinrichtungen, deren Wirkungen dem Reisenden eben noch erträglich sind.

5. Vorzüge der elektrischen Triebfahrzeuge.

In Ziffer 3 und 4 wurden im allgemeinen die Forderungen, die der Reisende stellt, und die Möglichkeiten behandelt, die den Bahnen für die Erfüllung dieser Forderungen zur Verfügung stehen.

Unabhängig von der Betriebsform lassen sich Verbesserungen dieser Art vielfach auch bei Dampfbetrieb oder durch Einsatz von Triebwagen mit Verbrennungsmotoren durchführen.

Für die Prüfung der Frage, inwieweit die elektrische Zugbeförderung zur Auflockerung und Beschleunigung des Betriebes beitragen kann, ist es nötig, die Eigenart und die Vorzüge der elektrischen Triebfahrzeuge besonders zu untersuchen. Dabei möchte ich, bevor ich auf die einzelnen Vorzüge der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen eingehe, einen wesentlichen Punkt erwähnen, der beiden Zugarten gemeinsam ist, nämlich die elektrische Zugheizung. Diese ist wegen ihrer einfachen Regelbarkeit und der Möglichkeit, beliebig lange Züge gleichmässig und gleich gut zu heizen, den verschiedenen Dampfheizungsbauarten überlegen. Es darf dabei an die olympischen Winterspiele in Garmisch-Partenkirchen im Februar 1936 erinnert werden, wo jeder Zug aus 19 dreiachsigen Wagen bestand, die bei Temperaturen bis unter —20° C geheizt werden mussten, was mit Dampf bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen nicht möglich gewesen wäre.

a) Elektrische Lokomotiven.

Die Bauart der elektrischen Lokomotiven ist durch die zwei Hauptforderungen der elektrischen Zugförderung — hohe Geschwindigkeiten bei grossen Belastungen — für alle Zuggattungen von selbst gegeben.

In Tabelle II sind die wichtigsten Angaben für die zur Zeit im Betrieb befindlichen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn zusammengestellt, und zwar für den Schnellzugsdienst die Bauarten E 04, E 16, E 17 und E 18, für den Personenzugsdienst die Bauarten E 16 und E 44 und für den Güterzugsdienst die Bauarten E 44, E 75 und E 93.

Elektrische Lokomotiven. Tabelle II.

	Einheit	E 44	E 16	E 75	E 04	E 18	E 17	E 93
Achsanordnung		B_0-B_0	1 D_0 1	1 BB 1	1 C_0 1	1 D_0 1	1 D_0 1	C_0+C_0
Grösste Geschwindigkeit	km/h	90	120	70	130	150	110	65
Stundenleistung	kW	2 200	2 100	1 480	2 050	3 100	2 640	2 310
bei Geschwindigkeit	km/h	76	77	45	107	124	77	45,5
Dauerleistung	kW	1 840	1 950	1 180	1 940	2 880	2 100	2 010
bei Geschwindigkeit	km/h	80	100	65	110	129	77	45,5
Gesamtgewicht	t	78	110	106	92	109	110	117
Reibungsgewicht	t	78	79	78	60	80	80	117
Länge über Puffer	mm	15 290	16 960	15 380	15 120	16 920	15 950	17 700
Treibradstand	mm	9 800	6 100	5 300	6 000	7 200	6 900	12 800
Gesamtradstand	mm	9 800	12 900	11 200	11 600	12 800	12 300	12 800
Treibraddurchmesser	mm	1 250	1 400	1 400	1 600	1 600	1 600	1 250
Laufraddurchmesser	mm	—	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	—

Bei den durchgehenden Schnellzügen haben wir mit Anhängelasten bis zu 700 t und mit Höchstgeschwindigkeiten von 120 km/h zu rechnen. Die Entwicklung des elektrischen Lokomotivbaues musste sich rasch den gesteigerten Anforderungen des Betriebes anpassen, so dass heute im Schnellzugsdienst überwiegend Lokomotiven mit 80 t Reibungsgewicht und 120 bis 130 km/h Höchstgeschwindigkeit verwendet werden. Es sind dies die Lokomotiven der Bauart E 16, E 17 und E 18. Für die leichten Schnellzüge genügt die E 04 mit 60 t Reibungsgewicht.

In diesem Zusammenhange ist es nötig, auf einige betriebswirtschaftliche Vorteile der elektrischen Lokomotiven gegenüber den Dampflokomotiven hinzuweisen. In erster Linie ist der Einzelachsantrieb zu erwähnen, der gegenüber dem Antrieb bei Dampflokomotiven mit Trieb- und Kuppelstangen den Einbau von grösseren Leistungen pro Achse gestattet. Dadurch wird gleichzeitig der Laufwiderstand geringer und die Unterhaltskosten gehen bis nahe an 100 RM. pro 1000 Lokomotivkilometer herab.

Die Ausnützung des Lokomotivgewichtes für das Reibungsgewicht ist bei den elektrischen Lokomotiven günstiger als bei Dampflokomotiven. Die elektrische Lokomotive wird dadurch, bezogen auf gleiche Leistung oder auf die Höchstleistung, wesentlich leichter. Die Schnellzugslokomotive der Bauart E 18 mit einer Spitzenleistung von 4400 kW wiegt z. B. nur 109 t. Hiervon sind 80 t, das sind über 73 %, als Reibungsgewicht nutzbar gemacht.

Um die Vorteile der grösseren Beschleunigungsleistungen der Fahrmotoren voll auszunützen, hat der elektrische Zugbetrieb von Anfang an die höchstzulässigen Achsdrücke von 20 t angewendet und in der Regel 4 Treibachsen vorgesehen. Allerdings müssen diese betrieblichen Forderungen durch ein wesentlich höheres Anlagekapital erkauft werden.

Die Schnellzugslokomotive der Gattung E 16 entspricht in ihrer Bauart den bei den Schweizer Bundesbahnen in grosser Zahl verwendeten Lokomotiven mit dem ausgezeichnet bewährten Buchli-Antrieb. Die anderen Gattungen E 04, E 17 und E 18 wurden von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft mit dem Federtopfantrieb nach Westinghouse-Kleinow entwickelt.

Auf die Bauart und Leistung der E 18 darf noch besonders hingewiesen werden. Beim Entwurf dieser Lokomotive war nicht beabsichtigt, eine möglichst hohe Spitzengeschwindigkeit zu erreichen, sondern die planmässig anfallenden Schnellzüge mit einem Wagenzuggewicht bis zu 650 t auch bei ungünstigsten Streckenverhältnissen mit möglichst kurzen Fahrzeiten zu befördern. Bei einer Probefahrt beförderte diese Lokomotive einen Schnellzug mit 400 t Anhängelast in der bisher unerreichten Fahrzeit von 2 Stunden und 17 Minuten von München nach Stuttgart (240 km) und in 2 Stunden 19 Minuten von Stuttgart nach München. Dabei konnte die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive von 150 km/h mit Rücksicht auf den Oberbau und die starken Kurven und Neigungen nicht voll ausgenützt werden. Die Lokomotive leistete dabei bis zu 6000 P. S., also 1500 P. S. pro Treibachse, und wird in dieser Leistung von keiner andern, einteiligen Lokomotive Europas übertroffen. Ein besonderer Vorzug dieser Lokomotive liegt darin, dass sie gerade in dem Geschwindigkeitsbereich von 90 bis 120 km/h sehr grossen Leistungsüberschuss hat und dadurch auf den Hügellandstrecken des süddeutschen Netzes trotz der zahlreichen Geschwindigkeitsbeschränkungen infolge der Krümmungen auch mit schwersten Schnellzügen sehr günstige Durchschnittsgeschwindigkeiten erzielen kann.

Bei den elektrisch gefahrenen Personen- und Eilzügen ist die Deutsche Reichsbahn im allgemeinen über eine Fahrgeschwindigkeit von 90 km/h nicht hinausgegangen. Diese Gattung von sogenannten schweren Personenzügen tritt im Zusammenhang mit der Neugestaltung des Personenzugfahrplanes durch Auflockerung mit Triebwagen gegenüber dem früheren Betriebsprogramm an Bedeutung etwas zurück.

Bei den Güterzügen zwingen verschiedene Gründe, wie der Wettbewerb mit andern Verkehrsmitteln, bessere Verkehrsbedienung durch Abkür-

zung der Lieferfristen, dazu, die Fahrgeschwindigkeit erheblich zu steigern. Im allgemeinen werden heute die Güterzüge mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h gefahren. Die Steigerung auf 75 km/h ist in Aussicht genommen und heute schon bei einzelnen Durchgangsgüterzügen und bei günstigen Streckenverhältnissen durchgeführt.

Selbstverständlich ist für diese hohen Fahrgeschwindigkeiten bei Güterzügen Voraussetzung, dass die Züge mit den erforderlichen Bremsen ausgerüstet sind und die Bauart der Güterwagen für diese höheren Fahrgeschwindigkeiten geeignet ist. Diesen neuzeitlichen Anforderungen des Güterzugbetriebes entspricht die bereits in grosser Zahl verwendete Lokomotive der Bauart E 44, die bei einem Reibungsgewicht von rund 80 t in der Lage ist, Züge von 1200 t in der Ebene mit 60 km/h und Züge von 950 t auf Steigungen von 10 ‰ mit 30 km/h zu fahren. Die Laufeigenschaften in Krümmungen sind bei dieser Lokomotive sehr günstig, da die 4 Treibachsen in zwei Drehgestellen eingebaut sind. Die Lokomotive hat eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h, so dass sie auch für Personenzüge verwendet werden kann und somit bei beiden Zuggattungen eine gute wirtschaftliche Ausnützung ermöglicht.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass bereits vor 25 Jahren für den Schubdienst auf der 7 km langen Rampe von Reichenhall nach Hallthurm im Berchtesgadener Land mit 42 ‰ Steigung eine Lokomotive der Achsanordnung Bo-Bo mit Tatzlagerantrieb gebaut und eingesetzt wurde. Eine dieser beiden Lokomotiven ist heute noch auf dieser Strecke in Betrieb. Durch Erhöhung der zulässigen Achsdrücke ist das Gesamtgewicht von 55 t auf 78 t, also um 40 %, die Leistung jedoch von 790 kW auf 2200 kW, also um 280 % gestiegen.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Bei den elektrischen Lokomotiven können durch den Einzelachsantrieb grosse Leistungen besonders vorteilhaft eingebaut werden.
2. Dadurch lassen sich grosse Beschleunigungen und grössere Fahrgeschwindigkeiten in Steigungen erreichen.
3. Die Folge davon ist eine wesentliche Erhöhung der durchschnittlichen Fahr- und Reisegeschwindigkeit.

Ausserdem gestattet die Bauart der elektrischen Lokomotive in weit höherem Masse, als dies bei andern Triebfahrzeugen möglich ist, das Lokomotivgewicht zur Nutzleistung auszunützen. So hat z. B. die Lokomotive der Bauart E 44 mit 78 t 100 % ihres Gewichtes für die Reibungszugkraft zur Verfügung, während Dampflokomotiven gleicher Leistung bei einem Gesamtgewicht von 150 t nur etwa 56 % als Reibungsgewicht ausnützen können.

b) Elektrische Triebwagen.

Von besonderer Bedeutung für die Bedienung des Personenverkehrs im allgemeinen und damit auch für den Betrieb auf den elektrisierten Linien sind die Triebwagen. Um die einzelnen Bauarten — Triebwagen mit eigener Kraftquelle, z. B. mit Vergaser- oder Diesel-Motoren oder Dampftriebwagen; für elektrifizierte Strecken Oberleitungstriebwagen — in ihrer technischen Wertigkeit vergleichen zu können, ist es nötig, die Frage zu klären, welche Anforderungen an Triebwagen technisch und wirtschaftlich gestellt werden. In zweiter Linie wird zu untersuchen sein, inwieweit die elektrischen Oberleitungstriebwagen diese Forderungen erfüllen können.

Die Forderungen des Betriebes lassen sich kurz in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Möglichst hohe Leistung der Motoren.

Der Grund hierfür liegt hauptsächlich darin, dass die Unterhaltskosten für Triebwagen sich nur dann in erträglichen Grenzen halten lassen, wenn die für den planmässigen Dienst erforderlichen Leistungen erheblich unter der Höchstleistung liegen, ein Grundsatz, der zum Schaden einer wirtschaftlichen Betriebsführung bisher leider nicht bei allen Fahrzeugen beachtet wurde.

Der Oberleitungstriebwagen gestattet durch seinen ganzen Aufbau Leistungen unterzubringen, durch die die Reibungswerte zwischen Rad und Schiene bei allen Geschwindigkeitsstufen und bei günstigem Wirkungsgrad voll ausgenützt werden.

2. Mit der ersten Frage steht in Zusammenhang die zweite Forderung nach einem möglichst günstigen Verhältnis der Motorleistung am Radumfang zum Gewicht des Fahrzeuges, um grosse Anfahrbeschleunigungen und hohe Geschwindigkeiten auf Steigungen zu erreichen. Diese Verhältniszahl, die unter dem Begriff «Kennziffer» bekannt ist, bildet einen guten Vergleichsmaßstab, um verschiedene Triebwagenbauarten in ihren Leistungen gegenüberstellen zu können.

Da die Oberleitungstriebwagen die Energie fast unbegrenzt der Fahrleitung entnehmen und bei diesen Fahrzeugen grosse Leistungen untergebracht werden können, ergibt sich eine sehr gute Kennziffer, also ein sehr günstiges Verhältnis der Motorleistung am Radumfang zum Gewicht des Fahrzeuges.

3. Ein möglichst günstiges Verhältnis des Leergewichtes zur Sitzplatzzahl.

Diese Verhältniszahl ist besonders wichtig für die Wirtschaftlichkeit des Triebwagens im allgemeinen und zeigt deutlich die Ueberlegenheit der Triebwagen gegenüber den mit Lokomotiven gefahrenen Zügen, sofern die Triebwagen dem wirklichen Verkehrsaufkommen gut angepasst sind.

Wie aus der Tabelle III hervorgeht, ist das Verhältnis günstig. Es kann noch besser gestaltet werden durch Anwendung der Leichtbauweise. So gelang es z. B. bei der Berliner Stadtbahn, deren Fahrzeuge ursprünglich in ihrem Gewicht zur Motorleistung nicht ganz entsprachen, durch günstige Entwicklung des Leichtbaues das Gewicht so weit herabzudrücken, dass dadurch allein 24 % der Zugförderungsenergie gespart werden konnten. Bei dem

jährlichen Gesamtarbeitsverbrauch von rund 370 Millionen kWh der Berliner Stadtbahn errechnet sich dadurch eine Einsparung von rund 90 Millionen kWh.

5. Wirtschaftlichkeit: Darunter verstehen wir die laufenden Betriebskosten für Energieaufwand, Personal und Unterhaltung und den Einfluss der Anlagekosten für das Fahrzeug. Die einfache Bedienung

Oberleitungstriebwagen. Tabelle III.

Vergleichspunkte	Einheit	Einteiliger Triebwagen älterer Bauart	Derselbe mit Steuerwagen	Derselbe mit Steuerwagen und einem Beiwagen	Derselbe mit Steuerwagen und zwei Beiwagen	Zweiteiliger Triebwagen	Zweiteiliger Triebwagen mit einem Steuerwagen	Zweiteiliger Triebwagen mit zwei Steuerwagen	Dreiteiliger Triebwagen	Zweiteiliger Schnelltriebwagen	Dreiteiliger Schnelltriebwagen	Aussichtstriebwagen
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Höchstgeschwindigkeit . .	km/h	75	75	75	75	120	120	90	120	160	160	120
Länge über Puffer, rund .	m	20	40	54	68	44	66	88	69	44	69	20
Zahl der Sitzplätze . . .	Stück	75	154	220	286	154	243	332	188	77	170	72
Dienstgewicht besetzt . .	t	69	116	143	169	99	137	175	165	94	165	51
Leergewicht pro Sitzplatz .	kg	820	655	550	495	570	490	453	800	1130	830	625
Zahl der Fahrmotoren . .	Stück	2	2	2	2	4	4	4	6	4	6	2
Leistung	kW	550	550	550	550	900	900	900	1350	900	1350	360
Kennziffer	kW/t	8	4,7	3,9	3,3	9	6,5	5,1	8,2	9,6	8,2	7,1
Zahl der Achsen	Stück	4	8	11	14	8	12	16	12	8	12	4
Zahl der Treibachsen . .	Stück	2	2	2	2	4	4	4	6	4	6	2

Aehnliche Verhältnisse lagen im Münchener Nahverkehr vor. Auf der Strecke München-Pasing-Gauting war der ursprünglich festgesetzte Triebwagenzug gebildet aus Triebwagen, Steuerwagen und 3 Beiwagen mit einem Gesamtgewicht von 160 t. Für diese Last war auf dieser Strecke mit den kurzen Haltepunktentfernungen und den Steigungsverhältnissen die Beanspruchung der Motoren auf die Dauer zu hoch. Verschiedene Schäden an den Motoren zwangen zu einer schärferen Unterteilung der Zugeinheiten unter gleichzeitiger Abminderung des Zuggewichtes. Dadurch gelang es, die Motorleistungen, insbesondere bei den zahlreichen Anfahrten, herabzudrücken. Durch diese Abminderung der Zuggewichte ist die Förderleistung um 31 % zurückgegangen. Das entsprach einer jährlichen Geldersparnis von 145 000 RM. an Zugförderungsenergie allein. Dazu kommt noch eine erhebliche Abminderung der Unterhaltungskosten durch geringere Beanspruchung der Motoren und die Erhöhung der Laufleistungen zwischen zwei Untersuchungen. Der Erfolg war in diesem Fall besonders günstig, da die Triebwagen im Jahr über 1,5 Millionen Anfahrten zu leisten haben und gerade die Beschleunigungsarbeit sehr viel kWh erfordert.

4. Die Betriebszuverlässigkeit der Oberleitungstriebwagen ist aus dem Schrifttum zur Genüge bekannt. Bei entsprechend dichtem Fahrplan werden Jahresleistungen von 150 000 bis 180 000 km erreicht. Ein Maßstab für die Zuverlässigkeit der Oberleitungstriebwagen bildet auch das Verhältnis der Istleistungen zu den Solleistungen, die den Dienstplänen entnommen werden. Bei den Triebwagen des Münchener Nahverkehrs liegt diese Zahl zwischen 91 und 93 %, ein sehr guter Wert.

Auch die Unterhaltungskosten sind bei elektrischen Triebwagen im Verhältnis zu anderen Bauarten günstig.

der Oberleitungstriebwagen gestattet die Besetzung mit nur einem Mann. Im allgemeinen besteht daher die Besetzung eines Triebwagenzuges nur aus dem Führer und dem Zugbegleitbeamten. Diese Besetzung kann nach den Bestimmungen der Deutschen Reichsbahn bis zu 120 km/h Höchstgeschwindigkeit zugelassen werden.

Nach diesen grundsätzlichen Betrachtungen über die Beurteilung der Triebwagen dürfte es von Interesse sein, auf die Entwicklung der neueren Triebwagenbauarten der Deutschen Reichsbahn etwas näher einzugehen. Hierbei sollen Wagen älterer Bauart, die den oben angeführten Bedingungen nicht entsprechen, ausscheiden.

Im Jahre 1933 hat die Deutsche Reichsbahn den sogenannten Einheitswechselstrom-Triebwagen entwickelt (Tabelle III, Spalte 6 bis 8), der wagenbaulich und elektrisch aus zwei völlig symmetrisch durchgebildeten Wagenteilen besteht. Dieser Wagen ist sowohl für den Vorort- als auch für den Fernverkehr bestimmt und daher für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt. Die eingebaute Leistung von $4 \cdot 225$ kW $=$ 900 kW gestattet, auf ebener Bahn in 80 s die Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h zu erreichen. Dabei beträgt die Anfahrbeschleunigung bis 90 km/h 0,7 bis 0,8 m/s^2. Bei einem Gewicht von 99 t einschliesslich Verkehrslast errechnet sich für diese Triebwagen ein sehr günstiger Wert für die Kennziffer, nämlich 9,0. Auch das Sitzplatzgewicht mit 570 kg zeigt, dass bei diesen Wagen mit besonderer Sorgfalt der Leichtbau berücksichtigt wurde, wodurch die Kosten der Zugförderungsenergie wesentlich herabgedrückt werden. Das Fassungsvermögen dieses Triebwagens beträgt 154 Sitzplätze. Diese zweiteiligen Triebwagen werden in der Regel mit einem Steuerwagen gekuppelt, so dass in dieser Einheit 243 Sitzplätze vorhanden sind.

Die Erfahrungen im Vorort- und Fernverkehr haben gezeigt, dass die Verwendungsmöglichkeit

von Triebwagen wesentlich erweitert werden kann, wenn das Fassungsvermögen auf rund 250 Sitzplätze erhöht wird. Dadurch lassen sich in vielen Fällen unwirtschaftliche Lokomotivzüge und Schwierigkeiten im Triebwagendienst, die oft schon bei geringen Verkehrsstössen auftreten, vermeiden.

Aus dieser Grundform des zweiteiligen Triebwagens wurde durch Hinzufügen eines weiteren Wagenteiles der dreiteilige Oberleitungstriebwagen mit 188 Sitzplätzen und mit einer eingebauten Motorleistung von 1350 kW entwickelt (Spalte 9). Das Fassungsvermögen dieses Triebwagens ist gegenüber dem zweiteiligen Wagen um 22 % grösser, wodurch die Verwendungsmöglichkeit auf Strecken mit stärkerem Personenverkehr etwas erweitert wird. Die wirtschaftlichen Zusammenhänge zwischen der eingebauten Motorleistung und dem Leergewicht sowie dem Sitzplatzgewicht sind ungefähr die gleichen wie beim zweiteiligen Triebwagen.

Nach den bisher gewonnenen Erfahrungen wird es mit diesen beiden Triebwageneinheiten gelingen, auf den elektrifizierten Strecken in weitgehendem Umfange Lokomotivzüge durch Triebwagenzüge zu ersetzen und bei entsprechender Fahrplanlage ohne wesentliche Steigerung der Gesamtzugförderungskosten häufigere Fahrgelegenheit zu schaffen.

Die neueste Entwicklung der Triebwagenbauarten bei der Deutschen Reichsbahn vom zweiteiligen zum dreiteiligen Triebwagen, die Bildung von Triebwagenzügen mit einem zweiteiligen Triebwagen und Steuerwagen zeigt deutlich das Bestreben, mehr Sitzplätze bereitzustellen.

In diesem Zusammenhang ist das Ergebnis einer Umfrage bei allen grösseren Eisenbahnverwaltungen interessant, das in einer der letzten Nummern der Internationalen Eisenbahnkongressvereinigung über Triebwagen zu lesen war:

> «In allen Ländern macht sich nach den getroffenen Feststellungen die Neigung zur Erhöhung des Fassungsvermögens der Triebwagen bemerkbar, ebenso der Wunsch nach Aenderung des Fassungsvermögens entsprechend den Verkehrsbedürfnissen. Zahlreiche Eisenbahnverwaltungen benützen heute entweder mehrgliedrige Triebwagen oder gekuppelte Triebwagen mit Anhänger.»

Dabei darf allerdings ein wirtschaftlicher Gesichtspunkt nicht übersehen werden: Sobald das Verkehrsaufkommen auf einer Linie so stark steigt, dass zwei Triebwageneinheiten *dauernd* zusammengestossen werden müssen, ist die Grenze der Wirtschaftlichkeit für Triebwagenzüge in der Regel überschritten, da der Einfluss des Anlagekapitals für zwei Triebwageneinheiten auf die Gesamtkosten sich ungünstig auswirkt.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Der elektrische Antrieb gestattet, bei Oberleitungstriebwagen vor allen anderen Triebwagenbauarten die grössten Leistungen bezogen auf die Gewichtseinheit einzubauen.

Durch Anwendung der Leichtbauweise wird das Sitzplatzgewicht günstig.

Durch Bildung von Triebwagenzügen, bestehend aus Triebwagen, Steuer- und Mittelwagen, ergibt sich die Möglichkeit einer guten Anpassung an die einzelnen Verkehrsbedürfnisse, die gerade in den Großstädten mit den Morgen-, Mittag- und Abendspitzen des Berufsverkehrs besondere Anforderungen an die Zugbildung stellen. —

Als allgemeiner Vorzug der elektrischen Triebfahrzeuge ist noch anzuführen die Unabhängigkeit von der Betriebsstoffversorgung und die bedeutend kürzeren Vor- und Nacharbeitszeiten; dadurch wird eine bessere Ausnützung der Triebfahrzeuge möglich.

Der elektrische Betrieb ist daher für die Verdichtung von Fahrplänen und für die Schaffung von häufigen Fahrgelegenheiten besonders gut geeignet.

6. Auflockerung beim elektrischen Betrieb.

Die Zugförderungskosten werden im allgemeinen um so geringer, je besser die Zugkraft ausgelastet ist. Die Kosten für Unterhaltung des Fahrgestells der Lokomotive, für Verzinsung, Erneuerung und Betriebspflege einer Lokomotive sowie die Kosten des Lokomotiv- und Zugbegleitpersonals sind bei einem ausgelasteten Zug wesentlich geringer als die Kosten zweier Züge, die zusammen dasselbe Wagenzuggewicht befördern. Die Zugförderkosten pro Tonne Gut sind daher um so geringer, je schwerer die Züge und je besser die Lokomotiven ausgenützt sind.

Eine Auflockerung für den Güterverkehr kommt daher im allgemeinen nicht in Frage. Anders verhält es sich allerdings mit den Zugbildungskosten, die mit der Schwere und Länge der Züge wachsen; sie sind kleiner bei kleinen Beförderungseinheiten und am grössten bei voll ausgelasteten Zügen.

Eine Teilung und Auflösung von Güterzügen ist wirtschaftlich nur dann vertretbar, wenn es sich darum handelt, hochwertige, eilige oder leichtverderbliche Güter aus dem Fahrplan eines normalen Güterzuges oder Durchgangsgüterzuges herauszunehmen und in einem eigenen, beschleunigten Plan durchzuführen; dies ist der Fall z. B. beim Versand frischen Obstes oder bei Viehtransporten über lange Strecken.

Eine Teilung wird weiterhin dann angebracht sein, wenn Kunden im Nahverkehr und im Umkreis grosser Städte im Wettbewerb mit andern Verkehrsmitteln gut bedient werden müssen, z. B. durch Einführung von leichten und schnellen Güterzugseinheiten.

Die Bespannung dieser Züge wird wirtschaftlich mit andern Güter- und Personenzügen derart gekuppelt, dass in Lücken des Personenzugdienstes, also hauptsächlich in den frühen Morgenstunden, die Personenzugslokomotiven wegen ihrer höheren Geschwindigkeit für die Bespannung der Leichtgüterzüge oder der im allgemeinen leichteren Eilgüterzüge verwendet werden.

Diese Massnahmen sind jedoch bei jeder andern Betriebsart ebenso leicht möglich wie beim elektrischen Betrieb. Denn bei den hier in Frage kommenden Lasten und Geschwindigkeiten sowie den hierzu verwendeten Dampflokomotiven und elek-

trischen Triebfahrzeugen kommen die in Abschnitt 5 entwickelten Vorzüge des elektrischen Betriebes nicht zur Geltung.

Entscheidend für die Beförderungart, ob Schiene oder Strasse, ist beim Güterverkehr im allgemeinen nicht die Beschleunigung auf der Schiene oder Strasse und die bessere Gestaltung des Fahrplans durch Auflockerung, sondern die Kosten und der Zeitaufwand für den Umschlag auf der Schiene, oder von der Strasse zur Schiene und umgekehrt. Alle Anstrengungen der Schiene können ohne Erfolg sein, wenn die Umschlagszeiten, und das ist meist der Fall, ein Vielfaches des Fahrzeitgewinns betragen, der durch Beschleunigung der Züge zu erreichen ist.

Anders liegen die Verhältnisse im Personenverkehr. Hier kann eine Verbesserung des Betriebs durch Auflockerung unter Wahrung der Wirtschaftlichkeit in weit grösserem Masse durchgeführt werden als bei jeder andern Betriebsform.

Wie schon unter Punkt 4 dargelegt wurde, eignet sich der schwere Schnellzugsdienst nicht zur Auflockerung. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt in der Zusammensetzung dieser Züge und in den Anschlüssen. Der überwiegende Teil der Schnellzüge führt meist mehrere Kurswagen mit, ferner Speisewagen und, soweit es Nachtschnellzüge sind, mehrere Schlafwagen. Bei einer derartigen Zugbildung ist die Auflockerung nicht möglich.

Dagegen ist bei schweren Personenzügen und vor allem im Vorort-, Berufs- und Siedlungsverkehr eine Verbesserung des Fahrplans durch Auflockerung zu erreichen.

Bei den schweren Personenzügen werden es vor allem die Züge der Städtefernbedienung sein, für die der elektrische Betrieb sich besonders eignet durch weitgehenden Einsatz von Triebwagen, deren besondere Bedeutung schon unter Punkt 5 gewürdigt wurde. Denn die Personen- und Vorortzüge stellen die Zuggruppe dar, bei der die grösste Abwanderung an Fahrgästen festzustellen ist.

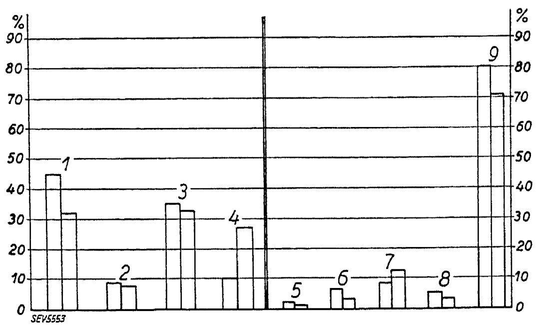
Der Reisende bevorzugt hier mit Vorteil schienenfremde Verkehrsmittel, weil sie ihm häufigere Fahrgelegenheiten und zum Teil auch schnellere und zeitlich geeignetere Verbindungen bieten. Daraus folgt, dass der Fahrplan, der bisher fast nur mit schweren Lokomotivzügen bedient wurde, durch Einsatz von kleineren Einheiten aufgelockert werden muss. Selbstverständlich ist es technisch möglich, kleine Zugeinheiten auch mit Lokomotiven zu fahren, die für diese Zwecke besonders gebaut sind. Aber das Verhältnis von Nutzlast zur toten Last wird bei Lokomotivzügen immer ungünstiger sein als bei Triebwagenzügen, da bei kleinen Einheiten die Sitzplatzausnützung immer besser ist.

Diese Bestrebungen, den Fahrplan aufzulockern, finden zwangsläufig ihre Grenze in der Wirtschaftlichkeit, und zwar in den laufenden Betriebsausgaben und in dem zusätzlichen Kapitalaufwand für Neubeschaffung der Triebfahrzeuge.

Dass der Oberleitungstriebwagen technisch allen andern Triebwagenbauarten, die diesen Aufgaben auch entsprechen würden, weit überlegen ist, wurde schon unter Ziffer 5 behandelt.

Inwieweit sich bei elektrifizierten Netzen die Auflockerung des Fahrplans wirtschaftlich auswirkt, soll noch besonders geprüft werden:

Eingehende Untersuchungen über den elektrischen Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn haben gezeigt, dass der Einfluss der einzelnen Kostenträger in Netzen, die mit Dampf und Elektrizität betrieben werden, im Falle der Auflockerung durch Triebwagen sehr verschieden ist. Zum Vergleich wurden zwei gleichwertige Betriebe untersucht. Beim einen dieser Betriebe wurde der elektrische Betrieb vollständig neu eingerichtet. Der andere wurde nicht elektrifiziert. Beide Betriebe wurden nach vollkommen gleichen Fahrplänen (gleiche Zugzahl, gleiche Fahrschaulinien usw.) aufgelockert. Beim Dampfbetrieb wurde die Auflockerung mit Dieseltriebwagen, beim elektrischen Betrieb mit Oberleitungstriebwagen durchgeführt.



Ersparnisse. Mehraufwendungen.

Fig. 1.

Einflusszahlen.

1 Zugförderungsenergie.
2 Sonstige Betriebsstoffe.
3 Unterhaltung der Triebsfahrzeuge.
4 Personal.
5 Zugheizung.
6 Unterhaltung der Unterwerke und Leitungen.
7 Erneuerung.
8 Tilgung.
9 Verzinsung.

Linke Säulen einer Doppelsäule gelten für einen neu zu elektrifizierenden Betrieb.
Rechte Säulen einer Doppelsäule gelten für einen bereits elektrifizierten Betrieb.

In der Fig. 1, die sich nur auf den elektrischen Betrieb bezieht, sind die Einflusszahlen der Ersparnisse und Mehraufwendungen gegenüber dem gleichwertigen aufgelockerten Dampfbetrieb bildlich dargestellt. Daraus geht hervor, dass der Einfluss der Betriebsmehrkosten bei Auflockerung des Fahrplanes in elektrisch betriebenen Netzen nur gering ist. Ausserdem ersieht man aus Fig. 1, dass die laufenden Kosten, wie die Aufwendungen für Personal, die Unterhaltungskosten der Unterwerke, der Fahr- und Fernleitungen, die Kosten für Unterhaltung der Betriebsmittel erheblich zurücktreten gegenüber den Kapitalkosten. Von geringerem Einfluss sind dabei die Aufwendungen für Erneuerung und Tilgung gegenüber dem überragenden Anteil der Verzinsung.

Hieraus folgt, dass die Anlagen und damit das angelegte Kapital durch Steigerung der Zugleistungen so gut als möglich ausgenützt werden müssen. Der Einfluss der Verzinsung wird mit zunehmen-

dem Alter der Anlagen und Einrichtungen immer günstiger. In Fig. 1 geben die linken Säulen einer Doppelsäule die Einflusszahlen für den vollständig neu zu elektrifizierenden Betrieb. Zum Vergleich sind die Einflusszahlen eines grösseren Gebietes der Deutschen Reichsbahn, das schon seit längerer Zeit elektrisch betrieben wird, in Fig. 1 eingezeichnet (rechte Säulen). Bei den Schweizerischen Bundesbahnen, die schon seit vielen Jahren den elektrischen Zugbetrieb auf dem grössten Teil ihres Netzes durchgeführt haben, liegen die Verhältnisse noch günstiger.

Bei anderen Betriebsarten sind zwar die Anlagekosten bedeutend geringer, dagegen die laufenden Kosten höher. Zum Vergleich aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen nur einige Verhältniszahlen: Während bei Lokomotivzügen 1,24 kg Kohle für 1 kWh aufgewendet werden müssen, beträgt bei Triebwagen der Gleichwert nur 0,4 kg. Die Energiekosten verhalten sich bei Dampflokomotivzügen zu Zügen mit elektrischer Lokomotive wie 2,4 : 1, bei Dieseltriebwagenzügen zu elektrischen Triebwagenzügen wie 4 : 1 und die Gesamtenergiekosten des untersuchten gleichwertigen Betriebes bei Dampfbetrieb mit Dieseltriebwagen und bei elektrischem Betrieb wie 2,8 : 1.

7. Beschleunigung beim elektrischen Betrieb.

Neben der Auflockerung des Verkehrs wird heute von allen Eisenbahnverwaltungen die Frage der Beschleunigung der Züge besonders behandelt. Im Güterverkehr bringt der elektrische Betrieb nur insofern Vorteile gegenüber dem Dampfbetrieb, als die bedeutend grösseren Leistungen der elektrischen Triebfahrzeuge ermöglichen, die gleichen Lasten mit grösseren Geschwindigkeiten zu fahren, sofern im Zug die nötige Mindestzahl an Bremshundertsteln vorhanden ist. Dieser Vorteil wirkt sich natürlich in hügeligem und gebirgigem Gelände besonders aus. Für den Betrieb ist wegen des Wegfalles von Verlustzeiten durch Feuerreinigen, Bekohlen und Wasserfassen eine bessere Lokomotiv- und Personalausnützung möglich. Im übrigen können die für diesen Verkehr wirtschaftlichen Geschwindigkeiten in gleicher Weise von Dampflokomotiven erreicht und gehalten werden.

Wie schon erwähnt, kann im Güterzugsverkehr eine Verbesserung durch Kürzung der Zugsaufenthalte auf den Unterwegsbahnhöfen und besonders durch Kürzung des Verschiebe-, Umstell- und Umladegeschäftes in den grösseren Knotenbahnhöfen erreicht werden. Das ist jedoch Aufgabe der Betriebsorganisation.

Die Unterwegsaufenthalte dagegen können durch streckenweisen Einsatz von Kleinlokomotiven gekürzt werden. Diese Lokomotiven übernehmen die vom Zug abgestellte Wagengruppe und besorgen nun die örtlichen Verschiebegeschäfte, Bedienung der Gleisanschliesser usw. Auf diese Weise konnten beachtliche Kürzungen der Reisezeiten der Güterzüge erreicht werden.

Von besonderer Bedeutung ist die Beschleunigung des Personenverkehrs. Die Gründe, die Anlass zu dieser Entwicklung gaben, liegen überwiegend auf dem Gebiet des Wettbewerbes mit anderen Verkehrsmitteln. Dabei handelt es sich weniger um hohe Spitzengeschwindigkeiten, deren Einhaltung von den Streckenverhältnissen abhängt, als vielmehr um die durchschnittliche Fahr- und Reisegeschwindigkeit. Es dürfte hier nicht überflüssig sein, einige Bemerkungen über die Geschwindigkeiten an sich enzuschalten.

Man unterscheidet Höchstgeschwindigkeiten, durchschnittliche Fahrgeschwindigkeiten und Reisegeschwindigkeiten. Unter Höchstgeschwindigkeit versteht man die in einem Streckenabschnitt zugelassene höchste Fahrgeschwindigkeit. Sie ist abhängig von den Streckenverhältnissen, von den Betriebsanlagen, von der Bauart der Fahrzeuge und von den Bremsverhältnissen im Zuge. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit oder Durchschnittsgeschwindigkeit errechnet sich aus der für einen bestimmten Streckenabschnitt erforderlichen Fahrzeit. Die Reisegeschwindigkeit ergibt sich durch die gleiche Rechnung, jedoch unter Berücksichtigung der Zwischenaufenthalte.

Für den Reisenden ist selbstverständlich der günstigste Wert der Reisegeschwindigkeit das Entscheidende und, was schon bei der Auflockerung erwähnt wurde, der günstigste Wert der Reisezeit, die auch noch die Wartezeit bis zum Abgang des Zuges mit einschliesst. Der Reisende will rasch fahren und wünscht möglichst wenig Zwischenhalte. Für die Betriebsführung ergibt sich die Aufgabe, diese Forderung unter Wahrung der Wirtschaftlichkeit, d. h. ohne übermässige Erhöhung der Betriebskosten zu erfüllen.

Vom Standpunkt der Betriebskosten aus gesehen ist es in der Regel günstiger, unter voller Ausnützung der vorhandenen Betriebsanlagen und durch entsprechende Fahrplangestaltung die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit zu steigern, ohne die Höchstgeschwindigkeit wesentlich hinaufsetzen zu müssen. Denn der Zeitgewinn nimmt, bezogen auf die Wegeinheit, mit dem Steigen der Höchstgeschwindigkeit immer mehr ab, während der Energieaufwand immer mehr zunimmt. Ausserdem treten zu den laufenden Betriebskosten noch erhebliche zusätzliche Aufwendungen für Aenderung der Bau- und Betriebsanlagen. Hierfür einige Beispiele:

Die reine Beschleunigungsarbeit eines 300 t-Zuges mit Lokomotive von 0 bis 100 km/h beträgt 45,5 kWh, von 0 bis 150 km/h bereits 102,5 kWh. Die Steigerung der Geschwindigkeit um 50 % erfordert also einen um 225 % höheren Arbeitsaufwand. Oder ein anderes Beispiel: Um den gleichen Zug von 90 auf 100 km/h zu beschleunigen, müssen 8,65 kWh aufgewendet werden; für die Beschleunigung von 140 auf 150 km/h dagegen bereits 13,21 kWh oder 53 % mehr. Dabei beträgt der Zeitgewinn im einen Fall 4 Sekunden pro km, im andern Fall bei 150 km/h nur 1,7 Sekunden pro km. Bei gleicher Leistung erfordert daher die Beschleunigung von 140 auf 150 km/h etwa die 1,5fache Fahrzeit als die Beschleunigung von 90 auf 100 km/h.

Aus diesen Beispielen ist zu erkennen, dass bei Steigerung der Fahrgeschwindigkeit in dem hohen

Geschwindigkeitsbereich, also über 120 bis 150 km/h, der Fahrzeitgewinn pro Wegeinheit nur gering, der Leistungsaufwand dagegen ungleich grösser ist. Dazu kommt noch, dass es nur wenige Strecken gibt, die ohne zusätzlichen Bauaufwand für Verbesserung der Krümmungen, Vergrösserung der Signalabstände usw. derart hohe Geschwindigkeiten zulassen. Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich bei Durchführung derartiger Schnellfahrten zahlreiche Zwangspunkte, die dauernd eine Abminderung der Geschwindigkeit und nach Ueberwindung dieser Punkte grosse Beschleunigungsarbeit erfordern. Ein Beispiel hierfür geben die Schnellfahrten auf der Strecke München—Stuttgart. Obwohl die Verhältnisse dieser Strecke, wenigstens von München bis Ulm, nicht ungünstig sind, musste auf einer Länge von 142 km mit Rücksicht auf Krümmungen, Oberbau und Umbaustellen 58mal oder im Durchschnitt alle 1,5 Minuten die volle Leistung der Lokomotive zur Beschleunigung eingeschaltet und infolge der Zwangspunkte wieder abgeschaltet werden.

Welche Schlussfolgerungen lassen sich nun aus diesen Zusammenhängen für die Beurteilung der Frage der hohen Geschwindigkeiten bei den Reisezügen ziehen? Es müssen dabei meines Erachtens zwei Geschwindigkeitsstufen unterschieden werden, nämlich Geschwindigkeiten bis 120 km/h und Geschwindigkeiten über 120 bis zu 150 km/h und mehr. Geschwindigkeiten über 120 km/h lassen sich bei sehr günstigen Streckenverhältnissen und leichten Zugseinheiten nur dann mit Vorteil anwenden, wenn auf langen Teilstrecken diese hohen Fahrgeschwindigkeiten tatsächlich durchgehalten werden können und nicht durch Zwangspunkte, z. B. Krümmungen, Oberbauverhältnisse, Bahnhofsanlagen mit beschränkter Fahrgeschwindigkeit, in kurzen Zeitabständen hohe Beschleunigungsleistungen dauernd eingesetzt werden müssen. Diese Beschleunigungsarbeit erhöht die Zugförderungs- und Unterhaltungskosten der Triebfahrzeuge wesentlich und der erzielbare Fahrzeitgewinn ist in den hohen Geschwindigkeitsbereichen gering.

Eine Erhöhung der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit lässt sich auch bei weniger günstigen Streckenverhältnissen, zum Beispiel in Gegenden mit Hügellandcharakter, auch bei Höchstgeschwindigkeiten bis zu 120 km/h erreichen, wenn in dem Triebfahrzeug für den Geschwindigkeitsbereich von 90 bis 120 km/h genügend hohe Beschleunigungsleistungen zur Verfügung stehen, so dass Zwangspunkte, die ein Absenken der Geschwindigkeit erforderlich machen, rasch überwunden werden können. Der Fahrzeitgewinn pro Wegeinheit ist, wie die Beispiele gezeigt haben, bei diesen Geschwindigkeitsstufen günstiger als bei den Spitzengeschwindigkeiten von 150 km/h und darüber; der Leistungsbedarf für die Beschleunigung in diesem Bereich und damit auch die Zugförderungskosten sind wesentlich geringer. Auch für diesen Geschwindigkeitsbereich gilt natürlich der Grundsatz: Geringes Zuggewicht — hier liegt der Berührungspunkt mit der Frage der Auflockerung — und hoher Leistungsüberschuss des Triebfahrzeuges bezogen auf die Gewichtseinheit.

Diesen Vorteil haben in besonderem Masse die elektrischen Triebfahrzeuge, und zwar Lokomotiven wie Triebwagen (vgl. Ziff. 5 a und b).

8. Wirtschaftlichkeit.

Obwohl dieser Punkt nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem gestellten Thema steht, halte ich es doch für nötig, auch diese Frage hier kurz zu berühren, und zwar aus folgenden Gründen:

Durch den Wettbewerb der verschiedenen Verkehrsmittel wird sich in der Verkehrsteilung zwischen Schiene und Strasse im Endzustand ein neues Gleichgewicht einstellen. Neben den technischen Vorzügen der einzelnen Verkehrsmittel werden für die Benützung der Schiene oder Strasse auch die wirtschaftlichen Zusammenhänge, d. h. die Betriebskosten mit eine entscheidende Rolle spielen. Für den Betrieb und Verkehr auf der Schiene sind alle Aufgaben für die Betriebsführung seit Jahrzehnten genau bekannt. Eine grosse Zahl von Rechnungsverfahren, man kann beinahe sagen mit beliebigem Genauigkeitsgrad sind ausgearbeitet, die in Verbindung mit ausgedehnten statistischen Ermittlungen gestatten, die einzelnen Kosten des Eisenbahnbetriebes zu bestimmen. Nach dem Ergebnis dieser rechnerischen Untersuchungen sind unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Belange im allgemeinen die Tarife entwickelt.

Im Gegensatz zu dieser sicheren Rechnungsgrundlage für den Betrieb auf der Schiene ist wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit zu sagen, dass ähnliche Unterlagen für die Nachprüfung der Betriebskosten beim Automobil noch nicht vorliegen. Ob die Beförderungssätze der Automobilunternehmer so bemessen sind, dass der Kapitaldienst für Verzinsung und Erneuerung der Fahrzeuge nach 5 bis 7 Jahren richtig erfasst ist, darf mit Recht bezweifelt werden. Der ganze Automobilfahrdienst ist noch in der Anlaufzeit und zehrt noch vom Neukapital. Erst nach mehreren Jahren, wenn die jetzt beschafften Fahrzeuge erneuert werden müssen, werden sich unter dem Einfluss des Kapitaldienstes die wirklichen Selbstkosten genauer errechnen lassen. Dann wird sich wohl auch zeigen, dass bei vielen Beförderungsleistungen die Schiene billiger arbeitet als das Automobil.

9. Sicherheit.

Die Sicherheit und Pünktlichkeit bei den Eisenbahnen hat durch die technisch ausgezeichneten Einrichtungen, durch Auswahl und Schulung eines verantwortungsbewussten und zuverlässigen Personals einen so hohen Grad erreicht, dass er von keinem andern Verkehrsmittel übertroffen werden kann. Bei der Deutschen Reichsbahn wurden z. B. im Jahre 1934 mit und ohne eigenes Verschulden 95 Reisende getötet und 756 verletzt. Ein Reisender müsste also 5 Millionen Kilometer auf der Reichs-

bahn fahren, bis er getötet und 600 000 Kilometer, bis er verletzt würde. Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Automobil: Die Zahlen, die wöchentlich und jährlich veröffentlicht werden, sprechen für sich selbst. Es wird wohl auch aus diesem Grunde zu erwarten sein, dass die Sicherheit und Pünktlichkeit bei manchen Reisenden künftig für die Schiene werben wird.

Note

de MM. **H. Parodi** et **W. Müller.**

M. *H. Parodi*, qui n'a pas pu suivre dans la langue originale la conférence de M. Müller et la discussion qui suivit, a pris cependant position après coup vis-à-vis des diverses opinions exprimées, dans les termes suivants:

Je regrette beaucoup que mon ignorance de la langue allemande m'ait empêché de comprendre l'exposé de M. Muller au moment même où il a parlé, car j'aurais été heureux de faire ressortir immédiatement ce que nos thèses ont d'opposé: M. Muller dit en somme qu'au point de vue technique tout ce qui a été fait électriquement peut maintenant être réalisé autrement: par des machines à vapeur pour la traction par locomotives, par des autorails à moteur à explosion pour la traction par automotrices, et il conclut que l'électrification ne peut contribuer autant qu'on semble le croire généralement à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer.

J'avoue ne pas comprendre ce raisonnement, car, même, en admettant la thèse de M. Muller, le fait qu'un problème a plusieurs solutions n'empêche pas chaque solution de résoudre le problème. Si la traction électrique résout tous les problèmes que pose l'exploitation ferroviaire, que peut-on lui demander de plus?

L'électrification fournit un *système de traction* permettant d'assurer les services soit par trains ordinaires et locomotives, soit par rames automotrices, mais l'électrification n'est pas intrinsèquement un système d'exploitation.

Quand les électriciens constatent que certaines administrations de chemin de fer ne conçoivent l'exploitation ferroviaire après l'électrification que sous la forme de trains remorqués par locomotives, ils ont le droit de faire observer que ces administrations n'utilisent pas toutes les possibilités que la traction électrique a mis depuis *cinquante* ans à la disposition des réseaux.

Quand au contraire des électriciens constatent que d'autres administrations se vantent d'avoir modernisé les chemins de fer parce qu'elles ont développé l'emploi des autorails à moteurs Forest ou Diesel, ces électriciens ont le devoir de proclamer comme je l'ai fait dans ma conférence, que la modernisation des réseaux n'est que la réalisation mécanique ou électromécanique de ce que j'ai appelé l'exploitation électrique.

On ne peut donc répondre à la question posée par l'Association Suisse des Electriciens qu'en répondant successivement aux deux questions suivantes:

1° L'exploitation mixte par trains remorqués par locomotives et par rames automotrices de composition variable, avec le trafic, que nous appelons l'exploitation électrique, permet-elle d'assouplir, d'accélérer et d'améliorer le service des chemins de fer.

2° La traction électrique possède-t-elle sur les autres systèmes de traction des avantages caractérisés permettant de réaliser plus commodément, plus surement et plus économiquement l'exploitation électrique.

En ce qui concerne la première question, je croyais, quand j'ai préparé ma conférence, que tout le monde était d'accord et que la méthode d'exploitation électrique tendait à être appliquée partout par des moyens mécaniques sur les lignes non électrifiées, par des moyens électriques sur les lignes électrifiées.

La communication de M. Muller, si je l'ai bien comprise, tend à prouver qu'aucune amélioration certaine ne peut résulter de l'application de la méthode en question et j'ajoute quel que soit le système de traction employé.

Je ne connais certes pas assez les conditions du trafic suisse pour me permettre de discuter la question dans le détail et je regrette que M. Muller n'ait point développé davantage son argumentation sur un plan général. Il serait en effet intéressant de savoir pourquoi on arrive, en Suisse à une conclusion aussi différente de celle que tant d'autres réseaux ont tirée maintenant de leurs études systématiques. Rappellerai-je qu'en France, tous les réseaux ont adopté le principe de l'exploitation électrique et que la Belgique et la Hollande ont réalisé d'importantes installations uniquement pour assouplir, accélérer et améliorer leurs services de voyageurs par l'électrification. Rappellerai-je aussi que les chemins de fer allemands, bien qu'ils utilisent sur leurs grandes lignes des locomotives et des automotrices monophasées ont électrifié le «Ringbahn und Vorort» en courant continu, pour bénéficier aussi pleinement que possible de l'exploitation par rames automotrices électriques. Le Southern Railway utilise exclusivement des automotrices électriques pour assurer le service voyageurs sur l'ensemble de ses lignes électrifiées, banlieue et grandes lignes, trains Pullmann et trains ouvriers. En 1934, le parcours des automotrices électriques a dépassé 43 millions de kilomètres pour 584 kilomètres de lignes électrifiées, alors que pendant la même année, le parcours global des locomotives et automotrices suisses a été d'environ 43,6 millions de kilomètres pour 2058 kilomètres de lignes électrifiées. Je ne puis m'empêcher de remarquer que M. Walke, directeur général du Southern Railway a proclamé à diverses reprises que l'augmentation de trafic produite par l'électrification payait à elle seule les dépenses d'installation, alors que la note de Monsieur Muller

tend à établir que l'électrification suisse n'a procuré aucun avantage substantiel.

En ce qui concerne la seconde question, je ne suis pas non plus d'accord avec M. Muller, car je prétends qu'au point de vue purement technique, l'électricité permet de réaliser des machines que, dans l'état actuel de la technique, il est impossible de réaliser autrement.

Pour la traction par locomotives (service marchandises) je rappellerai qu'en accouplant deux locomotives type BB de 80 tonnes, on peut en même temps réaliser des efforts soutenus de plus de 30 000 kg, correspondant à la pleine utilisation des attelages unifiés de 70 tonnes, et des vitesses de 90 à 95 km/h. Ce groupe de machines accouplées, de 160 tonnes d'adhérence et de 3000 kW de puissance unihoraire, peut être conduit sans difficulté par un seul homme. Je demande que l'on m'indique quel type de locomotive à vapeur en service, est susceptible de réaliser pratiquement pareille performance?

Pour le service voyageurs à grande vitesse, je rappellerai que les machines type 2 D 2 du PO et du Midi, d'une puissance soutenue de 3000 kW et d'un poids adhérent de 80 tonnes, peuvent remorquer 500 tonnes à 150 km/h. Elles pourraient faire encore mieux après changement des engrenages, si on le voulait. Je demande que l'on m'indique quelle locomotive à vapeur pourrait assurer le même service, le nombre des essieux moteurs devant être de 5 pour la machine à vapeur (contre 4 pour la locomotive électrique). La machine à vapeur doit remorquer un lourd tender pour pouvoir effectuer de longues courses. La locomotive à vapeur à cinq essieux couplés susceptible de marcher à 150 km/h n'est pas encore construite et on est en droit de se demander si elle le sera jamais.

Pour la traction par automotrices, je rappelle que l'on peut faire varier à volonté le nombre des essieux moteurs avec les moteurs électriques en atteignant sans difficulté l'adhérence totale (automotrices ayant depassé 200 km/h entre Marienfelde et Zossen, il y a plus de 30 ans par exemple). Je demande quels autorails mécaniques peuvent remplir des conditions analogues tout en restant capables d'être conduits par un seul homme.

Je pourrais multiplier les exemples de machines déjà réalisées ou pouvant être réalisées électriquement et qui n'existent qu'à l'état de projet dans l'esprit des mécaniciens... encore envisagent-ils souvent comme moyen de réalisation le recours à la transmission électrique.

Sans vouloir préjuger de l'avenir, je prends cependant acte des indications que donne M. Muller au sujet du chauffage et de l'éclairage électrique, des fumées et des odeurs, des bruits et des trépidations et je me borne à rappeler que ces avantages de la traction électrique ont été suffisants pour faire décider de nombreuses et très importantes électrifications à New York comme à Chicago, à Londres comme à Berlin.

Je tiens en terminant à rappeler qu'historiquement parlant, les réserves formulées par M. Muller en ce qui concerne les automotrices s'expliquent du fait de l'adoption de la traction monophasée en Suisse à un moment où les moteurs monophasés d'automotrices n'étaient pas au point: l'une des raisons et non des moindres qui ont milité en France pour l'adoption du courant continu comme système unifié de traction a été précisément l'aptitude du moteur à courant continu, à la construction des automotrices légères. La même observation s'applique à l'ensemble des machines des parcs de tracteurs des réseaux et l'on constate qu'actuellement la valeur moyenne du rapport des poids totaux et adhérents des machines ressort à environ

2 pour le parc des machines à vapeur,
1,4 pour les parcs des machines monophasées,
1,1 pour les parcs des machines à courant continu.

Pour une locomotive à vapeur, ce rapport a comme valeur 2,5 environ pour des machines de vitesse (Pacific ou Mountain) et 1,5 pour des machines de marchandises comme les Mikado.

C'est pour cet ensemble de raisons théoriques et pratiques que je demeure convaincu non seulement de la supériorité technique de la traction électrique sur les autres modes de traction, à qualités égales de services, mais encore de ce fait que le seul moyen de moderniser l'exploitation ferroviaire est de réaliser le programme général de réorganisation esquissé dans ma conférence comportant l'électrification des lignes à grand trafic, l'application de la méthode d'exploitation électrique aux lignes à moyen trafic et la suppression du rail pour les lignes à petit trafic. *H. Parodi.*

Monsieur Müller, à qui nous avons transmis ces arguments, répond comme suit:

(Traduction.)

Monsieur Parodi appelle «exploitation électrique» l'exploitation mixte avec trains remorqués par locomotives et rames automotrices de composition variable adaptée au trafic, que la traction soit effectuée «par des moyens mécaniques sur les lignes non électrifiées, ou par des moyens électriques sur des lignes électrifiées». En admettant cette définition de l'«exploitation électrique», que je ne peux toutefois pas partager, il n'existe entre Monsieur Parodi et moi aucune divergence de principe dans la réponse aux questions mises en discussion. Le lecteur attentif s'en convaincra facilement. Je puis donc épargner au lecteur et à moi-même une réplique aux observations de Monsieur Parodi à propos de ma conférence.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Unfall in der Transformatoren-Station am Barfüsserplatz in Basel.

614.8 : 621.3

Die Tagespresse meldete am 21. Juli d. J. eine Explosion in der Transformatorenstation am Barfüsserplatz in Basel; es seien vier Personen verletzt worden. Diese Darstellung entspricht den Tatsachen nicht: Von einer Explosion kann keine Rede sein und es verunfallten nur zwei Personen, aber leider tödlich. Es handelt sich um folgendes:

Bei Vollendungsarbeiten in der neuerstellten Transformatorenstation am Barfüsserplatz des E.W. Basel verunfallten am 21. Juli d. J. um 5 Uhr 25 ein Vorarbeiter und ein Hilfsmonteur. Die Rekonstruktion des Unfalles ergibt folgendes: Der Vorarbeiter und sein Hilfsmonteur hatten mit drei bereits hergerichteten Kupferrohren die definitive Verbindung eines Oelschalters mit den 6-kV-Sammelschienen herzustellen. Zu diesem Zwecke wurde auftragsgemäss die Nachbarzelle abgeschaltet, um eine Gefährdung durch die an der obern Zellenwand endigende Leitung zu vermeiden. Nachdem der Anschluss in der obern Partie der Zelle erstellt war und der Vorarbeiter nach seiner Auffassung im Bereich der Spannung führenden Teile nichts mehr zu schaffen hatte, schaltete er die Nachbarzelle wieder ein. Er musste aber noch eine von unten zum Schalter führende provisorische Verbindung entfernen und entschloss sich, die drei schon vorher vom Schalter gelösten Kabelschuhe dieser isolierten Leitung mit einer Kabelschere abzuschneiden. Die Kabelenden wurden zu diesem Zwecke vom Hilfsmonteur festgehalten; der erste Kabelschuh war bereits abgetrennt. Beim Oeffnen der Kabelschere geriet der Vorarbeiter versehentlich an die zuvor von ihm wieder eingeschaltete Leitung des Nachbarfeldes und leitete einen Kurzschluss mit heftiger Feuererscheinung ein. Eine Betäubung durch Stromdurchgang hat offenbar nicht stattgefunden, denn beide Arbeiter konnten sich sofort mit brennenden Kleidern von der Unfallstelle entfernen, erlagen aber innerhalb zwei Tagen den schweren Brandverletzungen.

Der Einfluss ungleicher Spannweiten auf Zugspannungen und Durchhang von Freileitungen mit Stützenisolatoren.

621.315.056.1

Bei Freileitungen mit Stützisolatoren und ungleichen Spannweiten treten bei normalen Temperaturänderungen Differenzzüge auf, die sich infolge der immer vorhandenen Elastizität der Maste zum Teil ausgleichen, wodurch sich Abweichungen der Durchhänge von den berechneten Werten ergeben. K. Kohler behandelt in E. u. M. 1935, Nr. 48, diese Frage. Wie gross diese Abweichungen infolge der Elastizität der Maste an sich sind, wird nicht näher untersucht, sondern es wird empfohlen, in Abweichung von der bisher üblichen Methode, die Leiter bei der Montage mit einem gleichen Zug in allen Spannweiten zu spannen, wie dies bei Leitungen mit Hängeisolatoren gebräuchlich ist. Der Verfasser zeigt, wie bei dieser Montageart die Seilzüge bei den durch die Vorschriften festgelegten extremen Zuständen (tiefste Temperatur ohne Schnee, 0, bzw. —5° C + Schneeansatz) von der Montagetemperatur abhängig werden. Er untersucht dann diese Abhängigkeit in bezug auf tiefste und höchste Montagetemperatur und ferner in bezug auf die den Durchhangsberechnungen zugrunde gelegte Berechnungsspannweite, bzw. deren vorkommenden Maxima oder Minima, also die grösste und kleinste vorkommende Spannweite. An einigen Beispielen wird die praktische Anwendung der Berechnung gezeigt. Als Resultat ergeben sich dann die maximal und minimal möglichen Abweichungen der Seilzüge und Durchhänge vom berechneten Sollwert. Wird die grösste vorkommende Spannweite als Berechnungsspannweite gewählt, so sind die Abweichungen von Seilzug und Spannweite für die grossen Spannweiten relativ klein, während man bei Wahl der kleinsten Spannweite als Berechnungsspannweite bei tiefen Temperaturen und Schneebelastung in den kleinen Spannweiten unzulässig hohe Seilspannungen erhält.

Besonders wertvoll, auch für normale Berechnungen, sind die in der Abhandlung entwickelten Eigenschaften der Zustandskurve, d. h. der in graphischer Form dargestellten Zustandsgleichung.

In der Schweiz ist die in dieser Abhandlung vorgeschlagene Berechnungsart nicht gebräuchlich und die herkömmliche Berechnung der Durchhangstabellen ergibt bei normalen Temperaturen ohne Zusatzlast ungleiche Leiterzüge bei verschieden grossen Spannweiten. Da bei uns Stützisolatoren gewöhnlich nur bei Regelleitungen angewendet werden, deren Spannweiten tunlichst ausgeglichen sind, so sind die Voraussetzungen für die im besprochenen Artikel behandelten Verhältnisse nicht gegeben, und die dort empfohlene Berechnungsweise wird für uns kaum vorteilhafter sein.

Immerhin bildet diese Abhandlung viel Interessantes und kann zum Studium bestens empfohlen werden. Vor allem könnte sie dazu anregen, den Einfluss der Elastizität der Masten auf Durchhang und Zugspannungen der Leiter noch eingehender zu untersuchen. — (K. Kohler, Karlsruhe. E. u. M. 1935, Heft 48. Auch als Sonderdruck erhältlich.) *E. M.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Physiologie und Physik der Geräusche.

524.322.3

Im vierten der von der Physikalischen Gesellschaft Zürich veranstalteten Vorträge für technische Physik sprach Dr. H. Lichte von der Telefunken G. m. b. H., Berlin, über das obige Thema. Wir geben seine interessanten Ausführungen hier in gedrängter Form wieder.

Es ist natürlich und naheliegend, die von der einfachsten Schallwelle, nämlich der reinen Sinuswelle, hervorgerufene Schallempfindung als reinen Ton zu definieren. Alle in der Natur auftretenden Schallereignisse lassen sich aus reinen Tönen aufbauen, gemäss dem Fourierschen Theorem, dass jeder periodische (oder auch unperiodische) Vorgang dargestellt werden kann durch eine Reihe (bzw. ein Integral) rein harmonischer Schwingungen. Ein Schall wird je nach der Fourierzerlegung, die er liefert, als *Klang* oder als *Geräusch* bezeichnet. Ein Klang ist dadurch charakterisiert, dass er ein Amplitudenspektrum mit diskreten Frequenzen besitzt. Er stellt also einen zeitlich periodischen Vorgang dar; seine Fourieranalyse ist eine Reihe, deren Glieder rein harmonische Schwingungen sind mit Frequenzen, die ganzzahlige Vielfache einer Grundfrequenz sind. Besteht das Frequenzspektrum aus Vielfachen eines im Hörbereich liegenden Grundtones, so heisst der Klang *konsonant*. Rückt der Grundton gegen tiefe Frequenzen, so fallen die Teiltöne des Spektrums nahe zusammen; der Klang wird dann als *diskonsonant* bezeichnet. Je dichter die Teiltöne des Spektrums zusammenrücken, um so mehr nimmt der Klang Geräuschcharakter an. Die nötige Dichte der Spektrallinien für deutlichen Geräuschcharakter beträgt ungefähr 25 Hz. Ein Geräusch baut sich somit aus einem Grundton (25 Hz) auf, der unterhalb des Hörbereiches liegt. Im Grenzfall rückt die Grundfrequenz gegen null, das Spektrum wird also kontinuierlich. Die Fig. 1 und 2 zeigen je ein typisches Klang- und Geräuschspek-

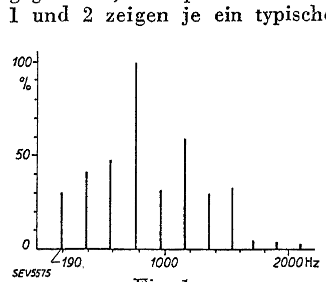


Fig. 1.
Klangspektrum
(der gesungene Vokal A, 190 Hz).

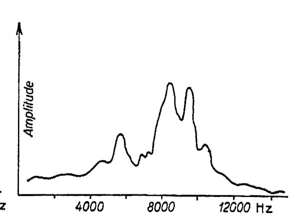


Fig. 2.
Geräuschspektrum
(der Konsonant S).

trum: das des gesungenen Vokals A, bzw. das des Konsonanten S.

Eine Einteilung der Geräusche nach physikalischen Gesichtspunkten ist infolge der Verschiedenheit ihrer Entstehungsursachen nicht gut möglich und wäre auch wohl kaum zweckmässig. Bequemer lässt sich eine Unterteilung nach phänomenologischen Gesichtspunkten vornehmen, nämlich in 1. Verkehrs- und Betriebsgeräusche, 2. medizinische Geräusche, wie sie am gesunden oder kranken menschlichen Organismus beobachtet werden, 3. parasitäre, das sind in den elektroakustischen Uebertragungssystemen auftretende Geräusche.

Am genauesten untersucht sind die der Gruppe 3 zugehörigen Geräusche, mit denen wir uns hier vorzugsweise beschäftigen werden. Die hierbei gewonnenen Resultate lassen sich ohne weiteres auf alle übrigen Gebiete der Geräuschforschung übertragen.

Bekanntlich ist jede Schallausbreitung mit einem Energietransport verbunden. Bezeichnet p den Schalldruck, ϱ die Dichte des Mediums, in dem sich der Schall ausbreitet, c seine Fortpflanzungsgeschwindigkeit in demselben, so ist die Schallintensität, auch Schallstärke genannt, d. i. die in der Zeiteinheit senkrecht durch die Flächeneinheit hindurchtretende Energie, gegeben durch den Ausdruck:

$$I = \frac{1}{2}\,\frac{p^2}{\varrho c} \qquad \text{Watt/cm}^2$$

I ist eine physikalisch definierte, exakt messbare Grösse. Sie kann bestimmt werden aus der von einem elektroakustischen Schallapparat abgestrahlten Gesamtleistung (= Integral von I über eine den Schallerzeuger vollständig umschliessende Fläche). Letztere wird gemessen, indem man die gesamte aufgenommene Energie a) unter den Betriebsbedingungen, b) bei schwingender Membran im Vakuum, c) bei festgehaltener Membran bestimmt. c gibt dann die elektrischen, b—c die mechanischen Verluste, a—b die abgestrahlte Energie. Die von den verschiedenen Schallquellen gelieferte Schalleistung schwankt in weiten Grenzen: die Mindestleistung der menschlichen Stimme beträgt 10^{-9} Watt, die Spitzenleistung 10^{-3} Watt. Die mittlere Leistung eines Orchesters liegt bei etwa 10^{-2} Watt; sie kann bis 70 Watt erreichen.

Die im menschlichen Ohr hervorgerufene subjektive Lautstärkeempfindung ist nicht zur Schallintensität selbst, sondern zu deren Logarithmus proportional (Weber-Fechnersches Gesetz). Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, hat man für die Messung der Lautstärke von Geräuschen eine logarithmische Lautstärkeskala (Phon-Skala) aufgestellt. Man bezieht sich hierbei auf einen Ton der Frequenz 1000 Hz (Normalton). Es bezeichne p_0 den Schalldruck in der fortschreitenden Welle dieses Normalschalls bei derjenigen Lautstärke, die gerade an der Grenze der Hörbarkeit liegt. Dann ist für einen Ton der Frequenz 1000 Hz und vom Schalldruck p die Lautstärke definiert durch

$$20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \qquad \text{Phon}$$

p_0 beträgt $3{,}16 \cdot 10^{-4}$ μbar. Der Schalldruck 1 μbar entspricht somit gerade einer Lautstärke von 70 Phon. Die Lautstärke an der Hörschwelle ist nach Definition 0; für die Umgangssprache liegt sie bei etwa 50, für Flugzeuglärm erreicht sie Werte bis zu 120. Der oberen Grenze der Hörbarkeit (Schmerzgrenze) entspricht eine Lautstärke von 130 Phon. Man erkennt, dass diese logarithmische Skala den gewaltigen, sich über 11 Zehnerpotenzen erstreckenden Intensitätsbereich des hörbaren Schalls durch kleine übersichtliche Masszahlen 0 bis 120 Phon ausdrückt.

Von der Lautstärke eines Schalles zu unterscheiden ist seine Lästigkeit. Die Lautstärke ist zwar mitbestimmend für die Lästigkeit einer Lärmquelle, doch hängt diese noch wesentlich ab von anderen Faktoren wie Klangfarbe, Unperiodizität und vor allem Frequenz. Töne oberhalb 600 Hz werden bei gleicher Lautheit weit lästiger empfunden als solche unterhalb 600 Hz. In Fig. 3 sind die Kurven gleicher objektiver Lautstärke (ausgezogen) neben den Kurven gleicher Lästigkeit (gestrichelt) eingetragen. Die starke Lästigkeit der Töne über 2000 Hz bei gleichbleibender Lautstärke wurde auch bei Untersuchungen von Kraftwagenhupen bestätigt. Bei Schallsignalen sollen deshalb Frequenzen über 2000 Hz möglichst vermieden werden.

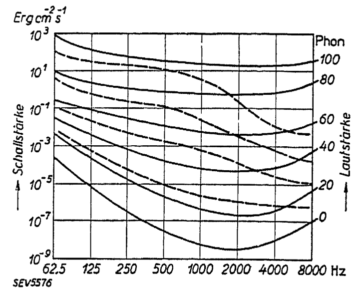


Fig. 3.
— Kurven gleicher Lautstärke.
--- Kurven gleicher Lästigkeit.

Eine für Sprach- und Musikübertragung in elektroakustischen Anlagen (Tonfilm) wichtige Eigenschaft des menschlichen Ohres ist die folgende: für tiefe Frequenzen steigt die Lautstärkeempfindung mit zunehmender Schallintensität schneller an als für hohe. Das hat zur Folge, dass bei der oft gebräuchlichen Wiedergabe in übernatürlicher Tonstärke eine Verfärbung des Schalles eintritt in dem Sinne, dass er dumpfer wird. Man muss also, wenn man mit übernatürlicher Lautstärke wiedergeben will, Siebe einschalten, welche die tiefen Frequenzen gegenüber den hohen schwächen.

Von grosser Bedeutung für die Elektroakustik ist die theoretische Berechnung der subjektiven Lautstärkeempfindung, die ein bestimmtes Schallereignis von bekannter Intensität und bekanntem zeitlichem Verlauf hervorruft. Hierzu erforderlich ist die Existenz eines Ersatzmodells, das ein dem Ohr analoges Verhalten zeigt und der mathematischen Behandlung zugänglich ist. Ein solches Modell wird nun in der Tat geliefert durch einen Schwingungskreis: die experimentell bei einer Lautstärke von 50 Phon aufgenommene Empfindlichkeitskurve des Ohres (Fig. 4) stimmt nämlich sehr genau überein mit der Resonanzkurve eines aperiodisch

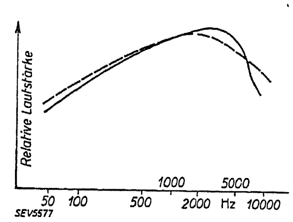


Fig. 4.
Empfindlichkeitskurven des Ohres.
—— experimentell aufgenommene Kurve,
--- der Berechnung zugrundegelegte Näherungskurve.

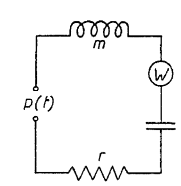


Fig. 5.
Elektrisches Modell des Ohres.
W Leistung anzeigendes Instrument.

gedämpften Schwingungskreises (Fig. 5). Die Impedanz eines solchen ist allgemein:

$$Z = \sqrt{r^2 + \left(\omega m - \frac{1}{\omega c}\right)^2} \qquad (\omega = \text{Kreisfrequenz})$$

Für den Fall aperiodischer Dämpfung gilt:

$$\frac{r}{2m} = \frac{1}{\sqrt{mc}} = \omega_0 \qquad \omega_0 = 2\pi f_0, \quad f_0 \text{ Eigenfrequenz des Ohrs}$$

so dass man für die Impedanz erhält:

$$Z_{aper} = m \, \frac{\omega^2 + \omega_0^2}{\omega}$$

Für die 50-Phon-Kurve (Fig. 4) haben (die mechanischen Grössen) Widerstand, Selbstinduktion und Kapazität folgende Werte:

$$r = 40 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}, \; m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ g}, \; c = 5{,}5 \cdot 10^{-6} \text{ g}^{-1} \cdot \text{s}^2$$

Daraus erhält man für die Eigenfrequenz des Ohres: $f_0 = 1500\ s^{-1}$.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass das Ohr die Quadratwerte des Schalldrucks, oder, m. a. W., direkt die Schallleistung anzeigt. (Es arbeitet also, messtechnisch gesprochen, etwa so wie ein Hitzdrahtinstrument.)

Führt man dem Ohr einen reinen Sinuston zu, so ist die Lautstärkeempfindung nicht im ersten Moment nach dem Einschalten vorhanden, sondern sie baut sich nach einem Exponentialgesetz auf. Der volle Lautstärkeeindruck stellt sich erst nach etwa 50 ms ein. Ebenso klingt die Lautstärkeempfindung bei plötzlichem Abbrechen des Tones nach einer negativen Exponentialfunktion ab.

Auf Grund dieser Erfahrungstatsachen ist das vollständige Ersatzmodell des Ohres gegeben durch einen aperiodisch gedämpften Schwingungskreis mit Widerstand, Kapazität und Selbstinduktion, in dem ein die Leistung anzeigendes Instrument liegt, dessen Zeitkonstante ϑ etwa 50 ms beträgt. Dieses Modell gestattet die Berechnung von Lautstärken bestimmter Schallenergie aus den Frequenzspektren, wie jetzt zum Schluss noch an einigen Beispielen gezeigt werden soll.

Legt man an den Eingang eine Spannung $p\ (t)$, die das Analogon zum Schalldruck darstellt, so ist die dem Ohrmodell während der Zeit dt zugeführte Energie:

$$dW_1 = 1/Z \cdot p\ (t)^2\ dt$$

anderseits bewirkt die Trägheitskonstante des Instruments während der Zeit dt eine Ausschlagsänderung, die der jeweils aufgespeicherten Energie W proportional ist, also

$$dW_2 = -W/\vartheta \cdot dt$$

Man erhält demnach für den zeitlichen Verlauf der Schallstärke (Energie):

$$dW/dt = 1/Z \cdot p\ (t)^2 - W/\vartheta$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung lautet:

$$W\ e^{-t\delta} \left\{ \text{const} + \int 1/Z \cdot p^2\ (t)\ e^{t/\delta}\ dt \right\}$$

Es soll nun betrachtet werden: 1. Das Einschalten eines reinen Sinustones $p = p_0 \sin\ (\omega t)$. In diesem Fall lautet die Lösung der Gleichung:

$$W = p_0^2/2\ Z \left\{ \vartheta\ (1 - e^{-t/\delta}) + \frac{1/\vartheta\ e^{-t/\delta}}{(1/\vartheta)^2 + 4\,\omega^2} + \frac{\sin\ (2\,\omega t + \varphi)}{\sqrt{(1/\vartheta)^2 + 4\,\omega^2}} \right\}$$

Die Schallstärke steigt also nach einer Exponentialfunktion mit der Zeitkonstante ϑ an und erreicht schliesslich den Endwert

$$W_\infty = \frac{p_0^2\ \vartheta}{2\,Z}$$

Diesem Endwert überlagern sich Schwingungen der doppelten Frequenz, deren Amplitude mit zunehmender Frequenz abnimmt, so dass sie unter die Unterscheidungsschwelle sinken.

2. Ausschalten eines Tones. Die Lösung der Differentialgleichung lautet in diesem Fall:

$$W = W_0 \cdot e^{-t/\delta}$$

d. h. die Schallenergie nimmt nach einer Exponentialfunktion ab.

3. Es wirken auf den Kreis Schallereignisse von sehr kurzer Zeitdauer. In diesem Fall wirkt das Instrument als ballistisches, und die empfundene Schallstärke wird:

$$W = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{Z}\ p^2\ (t)\ dt$$

Da hier $p\ (t)$ eine unperiodische Funktion ist, muss sie zunächst durch ein Fourierintegral:

$$p\ (t) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left(\int_{-\infty}^{+\infty} p\ (\tau)\ e^{-j\omega\tau}\ d\tau \right) e^{j\omega t}\ d\omega \qquad (j^2 = -1)$$

dargestellt und dann in den obigen Ausdruck für W eingeführt werden.
H. W.

Miscellanea.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). Soeben erschien der Jahresbericht des SIA pro 1935. Er verzeichnet 20 Austritte, 1 Ausschluss und 117 Neueintritte, so dass der Mitgliederbestand von 2304 auf 2363 gewachsen ist. Das Zentralkomitee befasste sich in 6 Sitzungen mit der Titelschutzfrage, mit den Arbeitsmöglichkeiten für die technischen Berufe, besonders im Ausland, mit der Standesordnung und mit dem Wettbewerbswesen. Die Delegiertenversammlung fand am 27. April in Bern statt. Der Bericht gibt auch Auskunft über die Tätigkeit der Fachgruppen, Kommissionen, Stiftungen usw.

Der **Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern** hält vom 12. bis 14. September in Biel seine 63. Jahresversammlung ab. Das Programm sieht eine geschlossene Werkleiterversammlung, die Generalversammlung und einige Besichtigungen und Ausflüge vor.

Internationale Konferenz der Radio-Industriellen und Importeure. Der Schweiz. Schutzbund von Radio-Industrie und -Handel veranstaltet in den Tagen vom 31. August bis 5. September 1936 in Luzern eine internationale Konferenz, deren Ziel darin besteht, Mittel und Wege zu finden, um auf internationaler Basis den Kampf gegen den Philips- und Telefunken-Trust aufzunehmen.

Literatur. — Bibliographie.

621.396 *Nr. 1229 III*

Handbuch der Funktechnik und ihrer Grenzgebiete. Von *M. v. Ardenne, W. Fehr, H. Günther, P. Hatschek, P. Jaray, E. Nesper, Th. Schultes, W. Steindorff, R. Thun, R. Wigand, H. Wigge u. a.* 3 Bände, zusammen 923 S., 18×26 cm, 1916 Fig. Francksche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1936. Preis aller 3 Bde. RM. 48.—; Einzelpreise: Bd. I und III je RM. 15.—, Bd. III RM. 22.—.

Ein Handbuch der Radiotechnik zu schreiben, war keine leichte Aufgabe, erwartet man doch von einem solchen Werk, dass es ein Informations- und Nachschlagewerk sei, das in knappen Zügen, aber doch verständlich, auf dem gesamten Gebiet der Radiotechnik Aufschluss erteilt.

Dieses Ziel wurde weitgehend erreicht. Bekannte Autoren haben die verschiedenen Sachgebiete bearbeitet. Die Auswahl und Anordnung sowie auch die Darstellung des Stoffes beweisen einmal mehr die geschickte Regie «Hanns Günthers» (W. de Haas).

Das Werk stellt nicht mehr Anforderungen an den Leser als etwa eine Amateurzeitschrift; Mittelschule oder Technikum genügen vollauf, um den hier benutzten mathematischen Formulierungen folgen zu können.

Der *erste Band* enthält theoretische Grundlagen der Radiotechnik. Es war ein glücklicher Gedanke, das Werk mit Akustik zu beginnen. Dann folgt einiges aus der Elektrizitätslehre und es werden anschliessend die Röhren, die Modula-

(Fortsetzung S. 500.)

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	— 10	104,4	119,2
Mai	368,7	388,5	0,2	0,2	9,0	7,0	—	—	377,9	395,7	+ 4,7	318	438	+ 67	+ 47	122,4	138,6
Juin	334,0	368,0	0,4	0,2	8,1	6,7	—	—	342,5	374,9	+ 9,5	455	534	+ 137	+ 96	117,2	129,6
Juillet	378,0		0,3		8,3		—		386,6			522		+ 67		141,6	
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Juin . .	**3199,4**	**3471,7**	9,2	7,5	33,2	33,5	13,6	4,2	**3255,4**	**3516,9**	+ 8,0					913,4	**1080,9**

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		Différence par rapport à l'année précédente[5])
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1	21,1	23,1	35,6	17,7	16,8	52,4	44,2	214,8	216,6	253,3	257,3	+ 1,6
Mai	94,3	93,6	46,0	43,4	21,2	23,7	23,6	32,6	17,3	16,9	53,1	46,9	215,4	217,8	255,5	257,1	+ 0,6
Juin	85,7	90,3	43,0	42,9	19,2 (4,8)	21,4 (3,7)	20,6 (20,6)	29,3 (29,3)	17,1	16,8	39,7 (0,5)	44,6 (4,0)	199,4	208,3	225,3 (25,9)	245,3 (37,0)	+ 8,9
Juillet	91,6		47,7		19,6		21,4		18,5		46,2		216,0		245,0		
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**2125,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Juin .	944,7	946,6	419,4	398,8	165,1 (38,3)	179,9 (36,3)	166,6 (166,6)	290,2 (290,2)	189,5	184,2	456,7 (42,9)	436,3 (19,7)	**2094,2**	**2089,8**	**2342,0** (247,8)	**2436,0** (346,2)	+ 4,0 (+ 39,7)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

[2]) Chaudières à électrodes.

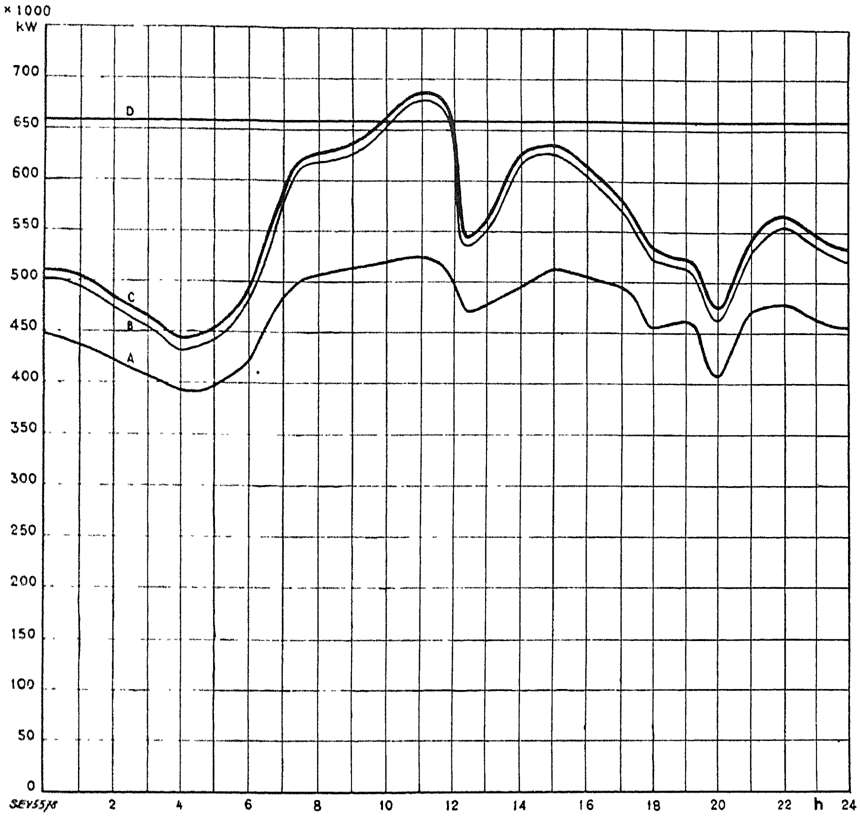
[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

[6]) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 17 juin 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	659
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1314

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

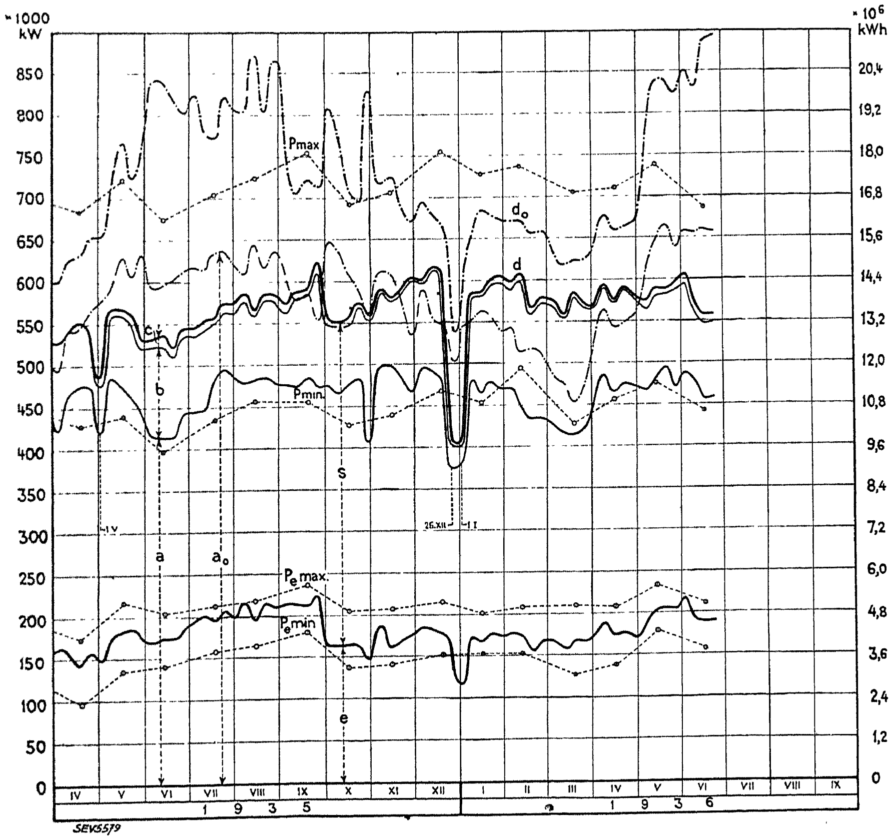
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,0
Usines à accumulation saisonnière . .	2,1
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 17 juin 1936 . .	13,1
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 17 juin 1936	13,3
Production, samedi le 20 juin 1936 . .	11,9
Production, dimanche le 21 juin 1936 . .	8,9

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à juin 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

tion, Abstimmkreise des Empfängers, elektromagnetische Strahlung, Antenne und Erde und die hauptsächlichsten Empfängerschaltungen behandelt.

Dieser Band hat eigentlich fast mehr den Charakter eines kurzen Lehrbuches bekommen; jedenfalls ist er eine instruktive und leicht verständliche theoretische Einführung. Im Kapitel «Röhren» wird an idealisierten Kennlinien in einfachster Weise eine Röhrentheorie geboten, die den Leser zu quantitativen Ueberlegungen geradezu anregt. Die wichtigsten Empfängerschaltungen sind ausführlich besprochen. Als Ergänzung zur Erklärung der Wirkungsweise wurden nützliche Hinweise für den praktischen Erfolg eingestreut.

Im zweiten Band werden die heute in Deutschland üblichen Bauelemente für Empfänger und Verstärker beschrieben. Der Inhalt ist in folgende Kapitel aufgeteilt: Detektoren, Verstärkerröhren, Gleichrichter, Spulen und Koppler, Kondensatoren, Niederfrequenz-Transformatoren, Widerstände, Bedienungsvorrichtungen, Steuerkristalle, Batterien, Netzanschlussgeräte, Mikrophone, Kopfhörer und Lautsprecher, Montagematerial, Antennenmaterial, Materialkunde, Warennamenverzeichnis, Lieferantenverzeichnis, Sachverzeichnis.

Es handelt sich bei diesem Band um eine Art Katalog. Er bietet aber durch die sachgemässen Erklärungen bedeutend mehr als eine Katalogsammlung und enthält überdies etwa 30 Seiten Materialkunde. Gerade diese Materialkunde ist sicher für viele wertvoll, beschreibt sie doch in übersichtlicher Darstellung auch die modernen Isolierstoffe und Hochfrequenzdielektrika, wie Calit, Trolitul, Condensa usw. Hier wären allerdings noch einige Hinweise erwünscht über die Bearbeitbarkeit und die Technik der Bearbeitung. Beispielsweise könnte man erwähnen, dass Calit nur geschliffen werden kann, ferner, dass Trolitul sich in Benzol löst (Benzol als Klebemittel) und nach mechanischer Bearbeitung (Bohren, Drehen) die Tendenz zeigt, einige Tage später Risse und Sprünge aufzuweisen.

Erfreulicherweise figuriert in diesem Band auch ein Schweizer Fabrikat, nämlich die Silkowiderstände (Wego) von de Bary in Basel; aber die vorzüglichen Gemastecker («Bananenstecker») von G. Maag in Zürich fehlen.

Wer wissen will, was eine Biditriode, eine Ditetrode oder eine Bidipentode ist, findet das in diesem Buch erklärt.

Der *dritte Band* behandelt praktische Anwendungen, wobei auch Grenzgebiete der Radiotechnik Berücksichtigung finden. Inhaltlich gliedert sich dieser Band folgendermassen: Grossverstärker und Uebertragungsanlagen, Erzeugung und Empfang ultrakurzer und kurzer Wellen, Hochfrequenzmesstechnik, Entstörung, Glimmlampen und Photozellen, Fernsehen und Bildfunk, Aufzeichnung und Wiedergabe von Tönen, Konstruktion und Fabrikation von Radioempfängern, die Reparatur von Radioempfängern, Zusammenstellung der deutschen Empfänger, Richtlinien des neuzeitlichen Empfängerbaues, Verzeichnis der bis 1945 ablaufenden deutschen Radiopatente und Sachverzeichnis.

Im Kapitel über Ultrakurzwellen dürfte die Magnetfeldröhre im Hinblick auf ihre zukünftige Bedeutung etwas zu kurz behandelt worden sein. Ferner vermisst man im Röhrenverzeichnis die von Prof. Dr. F. Tank gemeinsam mit Dr. J. Müller im Institut für Hochfrequenztechnik der ETH entwickelte Mikrowellenröhre, die von Telefunken in den Handel gebracht wird.

Die «Hochfrequenz-Messtechnik» verrät als Sachbearbeiter den erfahrenen Fachmann; Aufbau und Auswahl der Methoden sind vorbildlich. Immerhin sollten einige Unschönheiten noch verschwinden, z. B. Seite 54 «die Liniensumme der elektrischen Feldstärke ist gleich der elektrischen Feldstärke»; Seite 94 sollte *bl* Index von *R* sein; Seite 101 steht statt *ln* ein *l* mit Index *n*. Ferner sind beim Röhrenwattmeter nach Turner und Namara die Erklärungen etwas mager ausgefallen. In diesem Kapitel wären Literaturhinweise und Quellenangaben nicht nur erwünscht, sondern unbedingt nötig.

Im Kapitel «Entstörung» vermissen wir Ueberlegungen zur Abschätzung der nötigen Kapazitätswerte. Entstörung ist zum grössten Teil eine Kostenfrage. Da ist es erstaunlich, dass Seite 153 ausschliesslich Kondensatoren in Sternschaltung dargestellt wurden, wozu zwei grosse und eine kleine Kapazität nötig sind, während doch in Dreieckschaltung mit zwei kleinen und einem einzigen grossen Kondensator die gleiche Entstörungswirkung rund 50 % billiger zu erzielen wäre.

Ein reichhaltiger Abschnitt behandelt das Fernsehen. Hier ist ziemlich viel Material zusammengetragen worden. Dieses Kapitel würde aber noch bedeutend an Wert gewinnen durch eine klare Gegenüberstellung von dem, was man von einem einwandfreien Fernsehbild verlangen muss und dem, was mit den bisher bekannten technischen Mitteln erreichbar ist, und zwar mit Zahlenrechnungen. Es könnte dann das (vielleicht aufklärend und ernüchternd wirkende) Resultat formuliert werden, dass die Kathodenstrahlröhre für kleine Bilder gerade noch unseren Ansprüchen genügen kann, während zu einem Grossflächenbild heute noch immer ein Faktor 1000 an der mit den bekannten Mitteln erreichbaren Flächenhelligkeit fehlt.

Besonders hervorgehoben seien die wirklich ausführlichen Sachverzeichnisse, die den Gebrauch des Handbuches sehr erleichtern.

Seit dem wissenschaftlichen Forschungsbericht von *Lertes* und dem *«grossen Nesper»* ist in deutscher Sprache auf dem Gebiete der Radiotechnik kein so umfassendes Werk mehr erschienen, wie das vorliegende «Handbuch der Funktechnik». Radiotechniker, Installateure und Radiohändler, aber auch Ingenieure werden dieses aufschlussreiche Handbuch trotz einiger Mängel mit Nutzen konsultieren. *H. Bühler.*

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Dispositions d'exécution pour l'extinction des lumières dans la défense aérienne.

Le 22 juillet 1936, le Département militaire fédéral a pris une

décision

concernant les

dispositions d'exécution

pour

l'extinction des lumières dans la défense aérienne

que l'on peut obtenir à l'administration des imprimés près la Chancellerie fédérale à Berne au prix de 40 cts.

Cette publication importante contient les dispositions d'exécution détaillées nécessaires pour compléter l'ordonnance du 3 juillet 1936 (voir Bull. ASE 1936, No. 15, p. 436).

Liste des tensions et systèmes de courant en usage dans les différentes localités de la Suisse.

Pour répondre à un besoin réel, l'ASE a pris l'initiative de dresser une liste des tensions et systèmes de courant en usage dans les différentes localités de Suisse. Les travaux sont avancés à un tel point que l'on pourra sous peu procéder à l'impression.

Afin de pouvoir fixer approximativement le tirage, nous prions les personnes intéressées de faire leurs commandes au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, *jusqu'au 25 août*, en se servant du formulaire détachable figurant à la dernière page des annonces du présent Bulletin. Le prix de souscription de cette brochure cartonnée, forte de 80 pages environ, sera probablement fr. 3.—. Plus tard, le prix en sera plus élevé.

Les commandes pourront être exécutées dans deux mois environ.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N^O 18 | Vendredi, 4 Septembre 1936

Der Verlauf von Strom und Spannung längs einer Uebertragungsleitung.

Von *Ernst Peter*, Zürich-Oerlikon.

621.315.051

Die Grundgleichungen für die Berechnung von Strom und Spannung bei Uebertragungsleitungen enthalten bekanntlich hyperbolische Funktionen komplexer Argumente. Während sich diese Funktionen bei reellen Argumenten durch zwei einfache Kurven darstellen lassen, die der junge Ingenieur bei seinem Studium kennen lernt, liegen die Verhältnisse bei komplexen Argumenten scheinbar derart kompliziert, dass die meisten Ingenieure darüber sehr wenig orientiert sind. Für die Berechnung von kürzeren Leitungen kann man diese Funktionen in Reihen entwickeln und sich mit den ersten zwei bis drei Gliedern begnügen. Der Verfasser behandelt eine Darstellung, mit welcher man einen überraschend klaren Ueberblick über diese Funktionen gewinnt, und zwar für Argumente, deren reelle und imaginäre Komponenten in beliebigen positiven und negativen Grenzen variieren können. Dadurch ist man bei Leitungsberechnungen sowohl hinsichtlich der Leitungslänge als auch der Frequenz des Wechselstromes an keine Grenzen gebunden. Es kann daher auch der Schwachstromtechniker die gleiche Methode mühelos zum Studium der Uebertragung von Sprechströmen (Tonfrequenz) anwenden. An Stelle umständlicher Berechnungen tritt das einfache Ablesen aus einem Diagramm.

Les équations fondamentales pour le calcul du courant et de la tension dans les lignes de transmission contiennent des fonctions hyperboliques à arguments complexes. Lorsque les arguments sont réels, ces fonctions peuvent se représenter par deux courbes simples que le jeune ingénieur apprend à connaître au cours de ses études. Par contre, lorsque les arguments sont complexes, la situation paraît si compliquée que la plupart des ingénieurs en savent très peu. Pour calculer des lignes courtes, on peut développer ces fonctions en séries et se limiter aux deux ou trois premiers termes. L'auteur expose une méthode qui apporte une étonnante clarté dans ces fonctions, et cela pour des arguments dont les termes réels et imaginaires peuvent varier entre n'importe quelles limites positives et négatives. De la sorte, le calcul des lignes n'est plus lié à aucune limite, tant au point de vue de la longueur des lignes que de la fréquence du courant alternatif. Le technicien à courant faible peut donc sans autre utiliser cette méthode pour l'étude de la transmission des courants à fréquence musicale. Les calculs compliqués sont remplacés par la simple lecture d'un diagramme.

A. Ableitung der Grundgleichungen.

Sind bei einer Uebertragungsleitung Spannung und Strom an einem bestimmten Punkt in ihrer vektoriellen Grösse (d. h. absoluter Betrag und Phasenverschiebungswinkel) gegeben, so kann man Strom und Spannung für jeden beliebigen Leitungspunkt berechnen, wenn die Leitungskonstanten bekannt sind.

Es bedeute:

s die Leitungslänge in km;
$\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz;
$z = r + jx = r + j\omega l$ den Impedanz-Vektor in Ohm pro Phase und pro km;
$y = g + jb = g + j\omega c$ den Admittanz-Vektor in Siemens pro Phase und pro km;
U_0 den Vektor der Sternspannung an dem gegebenen Punkt;
I_0 den Vektor des Stromes an dem gegebenen Punkt;
U den Vektor der Sternspannung an dem gesuchten Punkt;
I den Vektor des Stromes an dem gesuchten Punkt.

Der gegebene Punkt, der als Nullpunkt bezeichnet werden soll, liege irgendwo auf der Leitung und diese sei nach beiden Seiten beliebig weit fortgeführt. Wie bei allen Problemen mit vektoriellen Spannungs- und Stromdiagrammen muss man längs der Leitung eine positive Bezugsrichtung wählen und die Entfernung s von dem gegebenen Nullpunkt in der Bezugsrichtung positiv, entgegen der Bezugsrichtung negativ bezeichnen. Auch in der Richtung quer zur Leitung muss man eine positive Bezugsrichtung wählen, und zwar sei sie positiv in der Richtung von der Erde (oder eventuell von einem Nulleiter) nach einem Phasenleiter. In der Zeichnungsebene, in welcher die rotierenden Vektoren dargestellt werden, sei die positive reelle Axe horizontal nach rechts und die positiv imaginäre Axe vertikal nach oben gerichtet. Die Strom- und Spannungs-Vektoren sollen zeitlich im Gegenuhrzeigersinn rotieren und werden derart aufgetragen, dass sie mit der positiv reellen Axe einen spitzen Winkel einschliessen, wenn sie zur Zeit $t = 0$ in der Bezugsrichtung einen positiven Wert haben.

Unter diesen Voraussetzungen gelten dann folgende Differentialgleichungen:

$$\frac{dU}{ds} = -Iz \qquad \frac{dI}{ds} = -Uy \qquad (1)$$

Durch nochmalige Differenziation erhält man

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^2 U}{ds^2} &= -z\,\frac{dI}{ds} = +\,zy\,U\\ \frac{d^2 I}{ds^2} &= -y\,\frac{dU}{ds} = +\,zy\,I\end{aligned}\right\}\qquad(2)$$

Die allgemeine Lösung für U lautet

$$U = K_1\,\varepsilon^{s\sqrt{yz}} + K_2\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\qquad(3)$$

Hieraus findet man

$$-\frac{1}{z}\,\frac{dU}{ds} = I = -K_1\sqrt{\frac{y}{z}}\,\varepsilon^{s\sqrt{yz}} + K_2\sqrt{\frac{y}{z}}\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\qquad(4)$$

Ist für $s = 0$, $U = U_0$ und $I = I_0$, so kann man die Integrationskonstanten berechnen und findet

$$\left.\begin{aligned}U &= \\ &\frac{1}{2}\left(U_0 - I_0\sqrt{\frac{z}{y}}\right)\varepsilon^{s\sqrt{yz}} + \frac{1}{2}\left(U_0 + I_0\sqrt{\frac{z}{y}}\right)\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\\ I &= \\ &\frac{1}{2}\left(I_0 - U_0\sqrt{\frac{y}{z}}\right)\varepsilon^{s\sqrt{yz}} + \frac{1}{2}\left(I_0 + U_0\sqrt{\frac{y}{z}}\right)\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\end{aligned}\right\}\qquad(5)$$

Fasst man in den Gleichungen (5) je die Glieder mit U_0 und I_0 zusammen, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned}U &= U_0\,\mathfrak{Cos}\,s\sqrt{yz} - I_0\sqrt{\frac{z}{y}}\,\mathfrak{Sin}\,s\sqrt{yz}\\ I &= I_0\,\mathfrak{Cos}\,s\sqrt{yz} - U_0\sqrt{\frac{y}{z}}\,\mathfrak{Sin}\,s\sqrt{yz}\end{aligned}\right\}\qquad(6)$$

Wenn man die Wahl der Bezugsrichtung konsequent durchführt, so gelten diese Gleichungen unter allen Umständen, ob nun I_0 und U_0 die gegebenen Werte am Anfang der Leitung (Generatorenwerte), I und U die gesuchten Werte am Ende der Leitung (Verbraucherwerte) darstellen oder ob das Umgekehrte der Fall ist. Dies steht im Gegensatz zu den Ausführungen mehrerer anderer Autoren, welche die Leitungslänge einfach als eine positive Grösse annehmen und dann das Gleichungssystem (6) nach I_0 und U_0 auflösen, wodurch sowohl U_0 und U als auch I_0 und I ihre Plätze vertauschen, während die mit dem $\mathfrak{Sin}$ behafteten Glieder ihr Vorzeichen wechseln. Dieser Vorzeichenwechsel erscheint für die Zwecke dieses Artikels ungeeignet. Durch Einführung der Bezugsrichtungen[1]) gelingt es, ihn zu vermeiden; ebenso wird das Auflösen des Systems (6) nach U_0 und I_0 überflüssig.

Der nötige Richtungswechsel der zweiten Glieder der beiden Gleichungen vollzieht sich automatisch, ohne dass am Vorzeichen etwas zu ändern ist, da die beiden $\mathfrak{Sin}$-Vektoren beim Einsetzen einer negativen Leitungslänge sich um 180° drehen, während die beiden $\mathfrak{Cos}$-Vektoren ihre Richtungen beibehalten. Da die Wahl der positiven Bezugsrichtung willkürlich erfolgt ist, so kann sie jederzeit wieder geändert werden, wenn man nicht gern mit negativen Leitungslängen rechnet. Dann sind aber beide Stromvektoren um 180° zu verdrehen, während die beiden Spannungsvektoren ihre Richtung beibehalten.

[1]) Siehe A. von Brunn: «Die Bedeutung des Bezugssinnes in Vektordiagrammen», Bull. SEV 1922, S. 385, 449, und A. von Brunn: «Neue Methoden zur graphischen Bestimmung von Wechselstrom-Ortskurven», Bull. SEV 1929, S. 65.

Die Ueberlegungen sind besonders wichtig bei Leitungen mit wechselnder Energiefluss-Richtung, bei welchen die Begriffe «Anfang» und «Ende» ihre Bedeutung verlieren.

Die Wirkleistung soll dann positiv sein, wenn sie in der Bezugsrichtung fliesst, Strom und Spannungsvektor bilden dann einen spitzen Winkel. Bei einem Wechsel der Bezugsrichtung wird dieser Winkel stumpf, da der Stromvektor um 180° verdreht wird, während der Spannungsvektor unverändert bleibt. Die früher positive Leistung wird dadurch negativ.

Die meisten Autoren verwenden die Gleichungen (6) mit hyperbolischen Funktionen. Da jedoch in den technischen Handbüchern für Kreisfunktionen ausführlichere Formelsammlungen zur Verfügung stehen, welche ohne weiteres auch für komplexe Argumente gelten, sollen die Gleichungen (6) auf Kreisfunktionen umgeformt werden. Dies ist um so eher berechtigt, als bei verlustlosen Leitungen oder bei sehr hohen Frequenzen ohnehin Kreisfunktionen mit reellen Argumenten auftreten. Es gelten die Beziehungen

$$\left.\begin{aligned}\sin jx &= j\,\mathfrak{Sin}\,x & \mathfrak{Sin}\,jx &= j\sin x\\ \cos jx &= \mathfrak{Cos}\,x & \mathfrak{Cos}\,jx &= \cos x\\ \mathrm{tg}\;jx &= j\,\mathfrak{Tg}\,x & \mathfrak{Tg}\;jx &= j\,\mathrm{tg}\,x\end{aligned}\right\}\qquad(7)$$

Wenn man diese Beziehungen in Gl. (6) einsetzt, so ergibt sich

$$\left.\begin{aligned}U &= U_0\,\cos js\sqrt{yz} + I_0\,j\sqrt{\frac{z}{y}}\sin js\sqrt{yz}\\ I &= I_0\,\cos js\sqrt{yz} + U_0\,j\sqrt{\frac{y}{z}}\sin js\sqrt{yz}\end{aligned}\right\}\qquad(8)$$

Auch diese beiden Gl. (8) gelten in allen Fällen ohne Vorzeichenwechsel.

Die Summe einer cos- und einer sin-Funktion kann man wie bei jeder Wellenbewegung auch hier mit den komplexen Argumenten in eine einzige Kreisfunktion verwandeln nach folgendem Ansatz:

$$U = A\,\cos\left(js\sqrt{yz} + \alpha_0\right) = A\,\cos\alpha\qquad(9)$$

wobei $\alpha = \alpha_0 + js\sqrt{yz}$ ist; A und α_0 sind jetzt die zu bestimmenden Integrationskonstanten.

Aus Gl. (9) erhält man

$$U = A\,(\cos\alpha_0\cos js\sqrt{yz} - \sin\alpha_0\sin js\sqrt{yz})$$

Aus Gl. (8) erhält man

$$U = A\left(\frac{U_0}{A}\cos js\sqrt{yz} + \frac{jI_0\sqrt{\frac{z}{y}}}{A}\sin js\sqrt{yz}\right)$$

Da beide Gleichungen identisch sind, wird

$$\cos\alpha_0 = \frac{U_0}{A}\qquad \sin\alpha_0 = \frac{-jI_0\sqrt{\frac{z}{y}}}{A}$$

Quadriert und addiert ergibt sich

$$\cos^2\alpha_0 + \sin^2\alpha_0 = \frac{U_0^2 - I_0^2\,\frac{z}{y}}{A^2} = 1$$

Hieraus $A = \sqrt{U_0^2 - I_0^2 \frac{z}{y}}$ (10)

Damit ergibt sich endgültig

$$\left.\begin{aligned} \cos\alpha_0 &= \frac{U_0}{\sqrt{U_0^2 - I_0^2 \frac{z}{y}}} \qquad \sin\alpha_0 = \frac{-j I_0 \sqrt{\frac{z}{y}}}{\sqrt{U_0^2 - I_0^2 \frac{z}{y}}} \\ \operatorname{tg}\alpha_0 &= -j \frac{I_0}{U_0} \sqrt{\frac{z}{y}} \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Aehnlich erhält man

$$I = B \cos (js\sqrt{yz} + \beta_0) = B \cos \beta \quad (12)$$

wobei $\beta = \beta_0 + js\sqrt{yz}$ ist

$$B = \sqrt{I_0^2 - U_0^2 \frac{y}{z}} \quad (13)$$

$$\left.\begin{aligned} \cos\beta_0 &= \frac{I_0}{\sqrt{I_0^2 - U_0^2 \frac{y}{z}}} \qquad \sin\beta_0 = \frac{-j U_0 \sqrt{\frac{y}{z}}}{\sqrt{I_0^2 - U_0^2 \frac{y}{z}}} \\ \operatorname{tg}\beta_0 &= -j \frac{U_0}{I_0} \sqrt{\frac{y}{z}} \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

B. Das Hilfs-Cosinus-Diagramm.

Die Formel (11) kann noch etwas umgeformt werden.

$$\cos\alpha_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{I_0^2 z}{U_0^2 y}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_0}} \quad (17)$$

Die Gl. (11) und (17) sind ziemlich kompliziert und es würde daher für den praktischen Betriebsmann zu umständlich sein, den $\cos\alpha_0$ jedesmal nach diesen Formeln zu berechnen. Es wurde daher in dem Hilfs-Cosinus-Diagramm nach Fig. 1 die Beziehungen zwischen den Vektoren $\cos\alpha_0$ und

$$j \operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{I_0}{U_0} \sqrt{\frac{z}{y}}$$

graphisch dargestellt.

Angenommen, der Vektor $j \operatorname{tg}\alpha_0$ habe den absoluten Betrag t und den Richtungswinkel τ. Für konstante Werte von τ und variable Werte von t erhält man Kurven, die in Fig. 1 mit $\tau = 0°$, $\tau = 6°$, $\tau = 12°$ ... usw. angeschrieben sind.

Für konstantes t und variables τ dagegen ergeben sich Kurven, die mit $t = 0{,}8$, $t = 1$, $t = 1{,}25$ ... usw. angeschrieben sind.

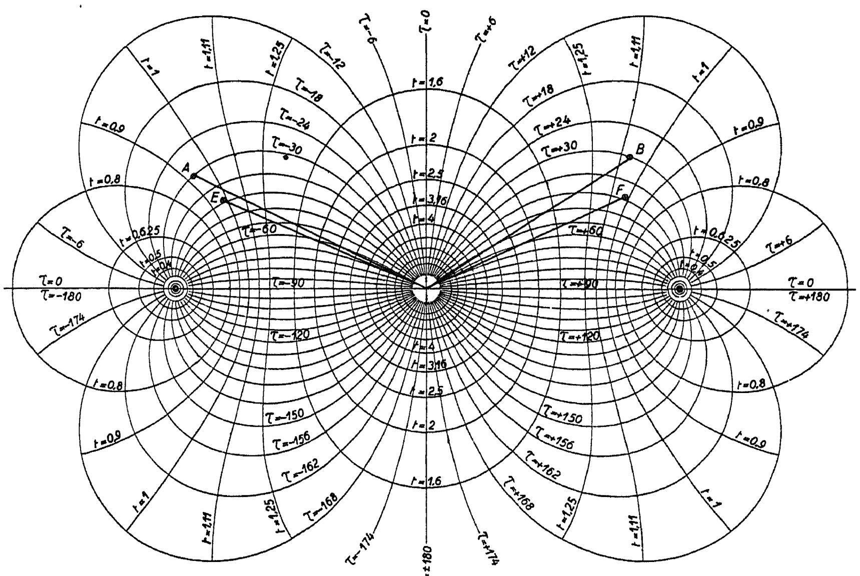


Fig. 1.

Das Hilfs-Cosinus-Diagramm.

Es sei entweder $j \operatorname{tg}\alpha = \frac{I}{U} \sqrt{\frac{z}{y}} = t \cdot \varepsilon^{j\tau}$

oder $j \operatorname{tg}\beta = \frac{U}{I} \sqrt{\frac{y}{z}} = t \cdot \varepsilon^{j\tau}$

Dann zeigt dieses Diagramm den Cosinus als Funktion des Tangens, d. h. als Funktion von t und τ. Der Richtungswinkel τ ist in Intervalle von 6 Grad eingeteilt; für den absoluten Betrag t wurden folgende Werte angenommen:

t = 0.1 — 0,125 — 0,16 — 0,2 — 0,25 — 0,316 — 0,4 — 0,5 — 0,625 — 0,8 — 0,9 — 1 — 1,11 — 1,25 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3,16 — 4 — 5 — 6,25 — 8 — 10

Die ersten Werte liegen in der Nähe der Punkte +1 und —1 und können in der Verkleinerung nicht mehr genau abgelesen werden.

Zwischen den Grössen A, B, α_0, β_0 bestehen die Beziehungen

$$\left(\frac{A}{B}\right)^2 = -\frac{z}{y} \qquad \operatorname{tg}\alpha_0 \operatorname{tg}\beta_0 = -1 \quad (15)$$

Hieraus $\alpha_0 - \beta_0 = \pm 90°$.

Die Gl. (9) und (12) können jetzt noch etwas vereinfacht werden. Unter Zuhilfenahme der Gl. (9) bis (14) ergibt sich

$$U = A \cos\alpha = \cos\alpha \sqrt{U_0^2 - I_0^2 \frac{z}{y}} = U_0 \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_0} \quad (16)$$

$$I = B \cos\beta = \cos\beta \sqrt{I_0^2 - U_0^2 \frac{y}{z}} = I_0 \frac{\cos\beta}{\cos\beta_0}$$

Mit Hilfe des Diagrammes nach Fig. 1 findet man daher zu einem beliebigen Wertepaar (t, τ) leicht den zugehörigen Vektor $\cos\alpha_0$ (bzw. seine Spitze) als den Schnittpunkt der beiden entsprechenden Kurven «t = konstant» und «τ = konstant».

Für eine bestimmte gegebene Leitung ist der Ausdruck $\sqrt{\frac{z}{y}}$ eine konstante Grösse. Normalerweise will man die Spannung U_0 an einem Verbraucher-Punkt der Leitung konstant halten. Dann ist von dem Ausdruck $\frac{I_0}{U_0} \sqrt{\frac{z}{y}}$ der Strom I_0 die einzige Variable und das Diagramm Fig. 1 stellt den $\cos\alpha_0$ als Funktion des Stromvektors dar. Wenn

der Wert $I_n = U_0 \sqrt{\frac{y}{z}}$ als Normalstrom bezeichnet wird, dann bedeuten die in Fig. 1 eingetragenen Werte «t = konstant» einfach ein Vielfaches des Normalstromes.

Das Hilfs-Cosinus-Diagramm kann aber auch in gleicher Weise für den cos β_0 benutzt werden. Dieser ist dann eine Funktion von $j \operatorname{tg} \beta_0 = \frac{U_0}{I_0} \sqrt{\frac{y}{z}}$, also bei konstanter Spannung ebenfalls eine Funktion des Strom-Vektors I_0. Nur muss man jetzt dessen reziproken Wert nehmen. Aus diesem Grunde wurde das System der Kurven «t = konstant» in Fig. 1 derart gewählt, dass zu jeder Kurve «t = konstant» auch die Kurve des reziproken Wertes von t vorhanden ist.

C. Das Cosinusdiagramm.

Das eigentliche Cosinus-Diagramm stellt die Beziehungen dar zwischen dem Argument-Vektor α und dem Funktions-Vektor cos α. Das Argument α der Cosinus-Funktion kann in der Form

$$\alpha = p + jq$$

geschrieben werden, wo p und q reelle Zahlen sind. Man kann jetzt ohne weiteres bekannte Formeln aus der Trigonometrie anwenden und erhält

$$\cos \alpha = \cos (p + jq) = \cos p \cos jq - \sin p \sin jq$$
$$= \cos p\, \mathfrak{Cos}\, q - j \sin p\, \mathfrak{Sin}\, q = m + jn \qquad (18)$$

Wird in Gl. (18) q konstant gelassen und p variiert, so stellt sich die Cosinusfunktion $(m + jn)$ als eine Ellipse dar mit den Halbaxen $\mathfrak{Cos}\, q$ und $\mathfrak{Sin}\, q$. Der halbe Brennpunktabstand wird

$$\sqrt{(\mathfrak{Cos}\, q)^2 - (\mathfrak{Sin}\, q)^2} = 1$$

Wird dagegen p konstant gelassen und q variiert, so erhält man eine Hyperbel mit den Halbaxen cos p und sin p. Der halbe Brennpunktabstand wird

$$\sqrt{(\cos p)^2 + (\sin p)^2} = 1$$

Gibt man nun sowohl p als auch q der Reihe nach verschiedene Werte, so erhält man ein System von sich rechtwinklig kreuzenden konfokalen Ellipsen und Hyperbeln.

Fig. 2 stellt ein Cosinusdiagramm dar, in welchem sowohl reelle als auch imaginäre Komponenten des Argumentes $\alpha = p + jq$ in Intervallen von $\frac{\pi}{30}$ = 6 Grad sich sprungweise ändern. Da die Intervalle in beiden Richtungen gleich sind, entsteht ein System von krummlinigen Quadraten [2]).

Wie bei reellen Argumenten, so gilt auch hier

$$\cos (p + jq) = \cos (-p - jq)$$

Im Diagramm nach Fig. 2 sind nur die Werte für $0 < p < +180°$ mit den zugehörigen Werten von q aufgetragen. Zu jedem Punkt des Diagrammes gehört also noch ein zweites Wertepaar (p, q), dessen beide Komponenten entgegengesetztes Vorzeichen haben.

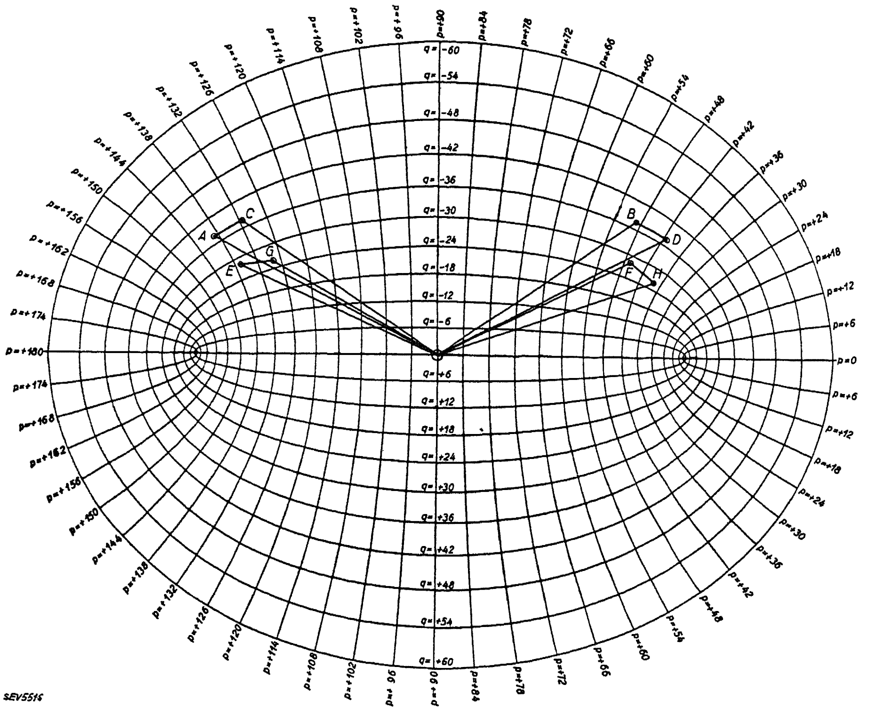


Fig. 2.

Das Haupt-Cosinus-Diagramm

zeigt den Cosinus als Funktion seines Argumentes. Reelle und imaginäre Komponenten des Argumentes sind in Intervalle von 6 Grad $= \frac{\pi}{30}$ eingeteilt. Zu jedem Punkt des Diagrammes gehört noch ein zweiter Argumentwert, dessen beide Komponenten entgegengesetztes Vorzeichen haben.

D. Das Tangensdiagramm.

Das Tangensdiagramm stellt die Beziehungen dar zwischen dem Argument-Vektor α und dem Funktions-Vektor tg α.

Eine wichtige Eigenschaft der Tangensfunktion findet man folgendermassen: Es ist

$$\varepsilon^{j2\alpha} = \varepsilon^{-2q + 2jp} = \frac{\cos \alpha + j \sin \alpha}{\cos \alpha - j \sin \alpha} = \frac{1 + j \operatorname{tg} \alpha}{1 - j \operatorname{tg} \alpha}$$

[2]) S. Literaturhinweise Nrn. 8 bis 10 am Schluss.

$$\varepsilon^{-2q+j(2p\pm\pi)} = \frac{j\,\text{tg}\,\alpha + 1}{j\,\text{tg}\,\alpha - 1} = \frac{\text{tg}\,\alpha - j}{\text{tg}\,\alpha + j} \qquad (19)$$

In Fig. 3 sei $\text{OA} = +j$
$\text{OB} = -j$
$\text{OP} = \text{tg}\,\alpha$

Dann wird

$$\frac{\text{AP}}{\text{BP}} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{\text{tg}\,\alpha - j}{\text{tg}\,\alpha + j} = \varepsilon^{-2q+j(2p\,\pm\,\pi)}$$

Hieraus ergeben sich folgende Sätze:

a) Der absolute Betrag von $\frac{r_1}{r_2}$ ist gleich ε^{-2q}.

Bleibt q konstant, so bleibt dieser absolute Betrag konstant und der Punkt P beschreibt einen Kreis, der entweder den Punkt $\text{A} = +j$ oder den Punkt $\text{B} = -j$ umschlingt. In der Geometrie wird er appolonischer Kreis genannt.

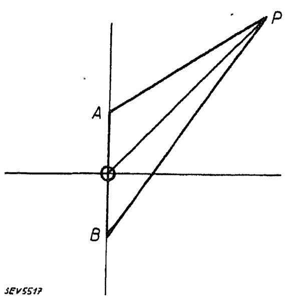


Fig. 3.

b) Der Winkel, den die beiden Abstände r_1 und r_2 einschliessen, ist $2p \pm \pi$. Bleibt p konstant, so bleibt dieser Winkel konstant und der Punkt P beschreibt einen Kreis durch die Punkte A und B.

Gibt man den Grössen p und q verschiedene Werte, so erhält man zwei Systeme von sich rechtwinklig kreuzenden Kreisen. Die Kreise des einen Systems umschliessen alle entweder den Punkt $+j$ oder $-j$, die Kreise des andern Systems gehen alle durch beide Punkte $+j$ und $-j$ hindurch.

Fig. 4 stellt ein Tangensdiagramm dar, in welchem wie beim Cosinusdiagramm nach Fig. 2 beide Komponenten des Argumentes in Intervallen von $\frac{\pi}{30} = 6°$ sich ändern.[3])

Wie bei reellen Argumenten, so gilt auch hier

$$\text{tg}\,(p + jq \pm n\,\pi) = \text{tg}\,(p + jq)$$

wobei n eine beliebige, ganze, reelle Zahl ist.

Im Diagramm nach Fig. 4 sind nur die Werte für $0° < p° < 180°$ eingetragen mit den zugehörigen Werten von q. Zu jedem p-Wert kann also noch n mal 180° addiert oder subtrahiert werden.

E. Die verlustlose Leitung.

Nach den Vorbereitungen der ersten Abschnitte sollen jetzt die Leitungsprobleme behandelt und zunächst der Idealfall der verlustlosen Leitung betrachtet werden. Es sei also sowohl der ohmsche Widerstand längs der Leitung als auch die ohmsche Ableitung quer zur Leitung gleich Null.

$$r = 0 \text{ und } g = 0$$

Dann wird

$$yz = jxjb = -xb = -\omega^2 lc$$

[3]) S. Literaturhinweise Nrn. 8 bis 10 am Schluss.

Für Freileitungen gilt mit grosser Annäherung

$$lc = \left(\frac{1}{v_L}\right)^2 \qquad (20)$$

wo v_L die Lichtgeschwindigkeit ist. Dann wird

$$yz = -\left(\frac{\omega}{v_L}\right)^2 \quad \text{also } \sqrt{yz} = j\frac{\omega}{v_L} \text{ und}$$

$$js\sqrt{yz} = -s\frac{\omega}{v_L} \qquad (21)$$

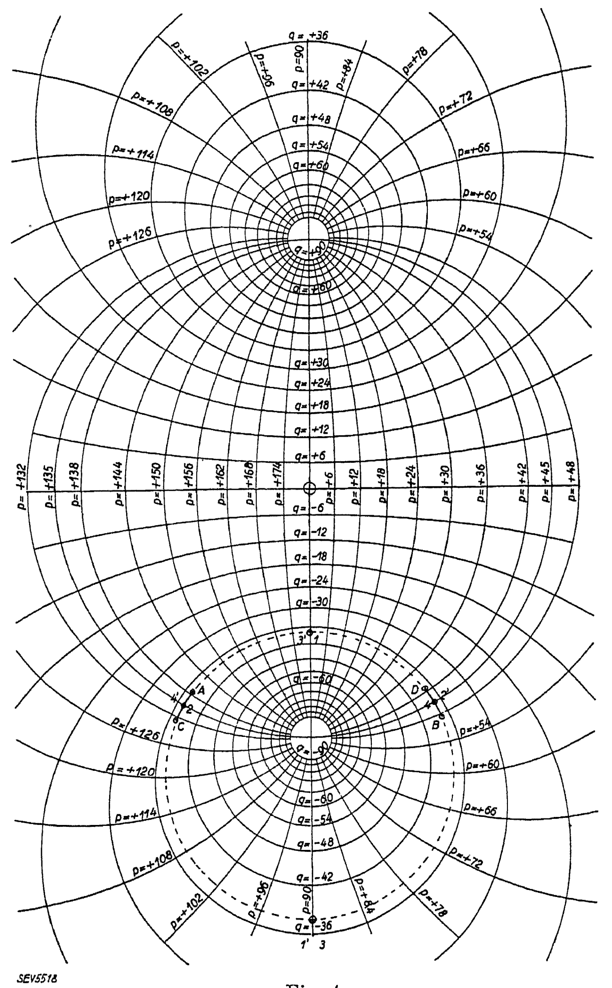


Fig. 4.

Das Tangens-Diagramm

zeigt den Tangens als Funktion seines Argumentes. Reelle und imaginäre Komponente des Argumentes sind in Intervalle von 6 Grad $= \frac{\pi}{30}$ eingeteilt. In jedem Punkt des Diagrammes können zum Argument noch n mal 180 reelle Grade addiert oder subtrahiert werden.

Damit wird

$$\alpha = \alpha_0 - s\frac{\omega}{v_L} = p + jq; \; \alpha_0 = p_0 + jq_0$$

$$p - p_0 = -s\frac{\omega}{v_L}; \; q - q_0 = 0; \; q = q_0$$

Das konstante Glied α_0 ist eine komplexe Grösse, das variable Glied $s\frac{\omega}{v_L}$ dagegen rein reell. Bei einer

Veränderung des Weges s ändert sich daher nur die reelle Komponente p des Argumentes α, während seine imaginäre Komponente $q = q_0$ konstant bleibt. Nach den Abschnitten C und D beschreibt daher der Cosinusvektor eine Ellipse, der Tangensvektor einen appolonischen Kreis.

Nach Gl. (11) und (14) ist

$$j \operatorname{tg} \alpha = \frac{I}{U}\sqrt{\frac{z}{y}} \qquad j \operatorname{tg} \beta = \frac{U}{I}\sqrt{\frac{y}{z}}$$

Die Grösse $\sqrt{\frac{z}{y}}$ ist die Wellen-Impedanz, ihr reziproker Wert $\sqrt{\frac{y}{z}}$ die Wellen-Admittanz. Die Grösse $\frac{U}{I}$ soll die Belastungs-Impedanz, die Grösse $\frac{I}{U}$ die Belastungs-Admittanz genannt werden. Es ist also

$$\left.\begin{aligned} j \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\text{Belastungs-Admittanz}}{\text{Wellen-Admittanz}} \\ j \operatorname{tg} \beta &= \frac{\text{Belastungs-Impedanz}}{\text{Wellen-Impedanz}} \end{aligned}\right\} \qquad (22)$$

In diesen beiden Ausdrücken sind die Nenner der Brüche Konstante für eine gegebene Leitung, nur die Zähler sind variabel. Die Tangensdiagramme zeigen also unmittelbar den Verlauf der Belastungs-Admittanz und Impedanz längs einer Leitung. Man kann daher das Diagramm des Vektors tg α das Admittanz-Diagramm, dasjenige des Vektors tg β das Impedanz-Diagramm nennen.

Zahlenbeispiel 1.

Es soll jetzt ein praktisches Beispiel durchgerechnet werden und es sei dazu die von den Bernischen Kraftwerken A.-G. und der Kraftwerke Oberhasli A.-G. betriebene 150 kV-Leitung von Innertkirchen über den Brünigpass, durch das Emmental-Bickingen-Pieterlen nach Mühleberg gewählt. Es ist eine Drehstrom-Doppelleitung. Die sechs Leitungen sind ungefähr in einem regulären Sechseck angeordnet. Die totale Leitungslänge beträgt 124,1 km.

Aus dem im Bull. SEV 1931, S. 212, Fig. 7, abgebildeten Profil der genannten Leitung und dem Leiterdurchmesser von 18,85 mm kann man die Leitungskonstanten l und c berechnen. Man erhält für die Doppelleitung

$$l = 0{,}64 \text{ mH/km}$$
$$c = 0{,}018\ \mu\text{F/km}$$

Im genannten Bulletin SEV sind gemessene Werte nur für die Einfachleitung angegeben. Sie decken sich mit den vom Verfasser ebenfalls berechneten Werten $l = 1{,}32$ mH/km und $c = 0{,}00875$ μF/km für die Einfachleitung. Im folgenden wird nur die Doppelleitung behandelt. Man erhält zunächst

$$l\,c = 0{,}64 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{km}} \cdot 0{,}018 \cdot 10^{-6} \frac{\text{F}}{\text{km}}$$

$$= 0{,}115 \cdot 10^{-10} \left(\frac{\text{s}}{\text{km}}\right)^2 = \frac{1}{\left(2{,}95 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}\right)^2} = \frac{1}{v^2}$$

v ist die Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit unserer Leitung; sie ist mit $2{,}95 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ nur wenig kleiner als die Lichtgeschwindigkeit v_L, die bekanntlich $3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ist. Nimmt man an Stelle der massiven Seile unendlich dünnwandige Hohlseile, so fällt das magnetische Feld im Innern der Leiter weg und damit wird die Induktivität nur noch 0,615 mH/km. Dann wird die Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit genau gleich der Lichtgeschwindigkeit, also $v = v_L$.

Wenn $v = v_L$ ist, erhält man für eine 100 km lange Leitung bei einer Frequenz von 50 Per./s

$$-js\sqrt{yz} = \frac{s\,2\pi f}{v_L} = \frac{100 \cdot 2\pi \cdot 50}{300\,000} = \frac{\pi}{30} = 6 \text{ Grad.}$$

Dies ist aber im Cosinus- und im Tangens-Diagramm nach Fig. 2 und 4 gerade die Intervallendifferenz zweier benachbarter Kurven. Sie wurde absichtlich so gewählt, um bei 50 Per./s mit einem Blick gerade 100 km mit ziemlich grosser Genauigkeit ablesen zu können. Es ergibt sich nun:

Für 50 Per./s entspricht einer ganzen Ellipse im Cosinus-Diagramm angenähert eine Leitungsstrecke von 6000 km, einem ganzen appolonischen Kreis des Tangensdiagrammes eine Strecke von 3000 km bei verlustlosen Freileitungen.

Da jedoch in dem vorliegenden Beispiel die Fortpflanzungsgeschwindigkeit etwas kleiner als die Lichtgeschwindigkeit ist, so erhält man für 100 km 6,1 Grad und im Cosinus- und im Tangensdiagramm für die vorgedruckte Intervallendifferenz von 6 Grad nur 98,5 km.

Die Leitung von Innertkirchen nach Mühleberg hat eine Länge von 124,1 km, was einem Argument von $6{,}1 \cdot 1{,}24 = 7{,}56$ Grad entspricht. Die Wellen-Impedanz wird

$$\sqrt{\frac{z}{y}} = \sqrt{\frac{l}{c}} = \sqrt{\frac{0{,}64 \cdot 10^{-3}}{0{,}018 \cdot 10^{-6}}} = 188{,}5 \text{ Ohm}$$

Dieser Wert ist bei verlustlosen Leitungen rein reell.

Die verkettete Nennspannung beträgt 150 kV, die Sternspannung U somit 86,6 kV. Bei Vollbetrieb des Kraftwerkes Handeck stehen in Innertkirchen $4 \cdot 28\,000 = 112\,000$ kVA zur Verfügung, die nach Mühleberg transportiert werden können. Der Betriebsstrom wird dann 430 A. Der Normalstrom für die Doppelleitung wird:

$$I_n = U_0 \sqrt{\frac{y}{z}} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Wellenimpedanz}} = \frac{86\,600 \text{ V}}{188{,}5 \text{ Ohm}}$$
$$= 460 \text{ A.}$$

Man erhält somit:

$$\frac{\text{Betriebsstrom}}{\text{Normalstrom}} = \frac{430}{460} = 0{,}935$$

Diese Leistung werde unter einem Leistungsfaktor cos φ von 0,866 in Innertkirchen mit voreilender Spannung von Innertkirchen nach Mühleberg übertragen, was einem Verschiebungswinkel von + 30 Grad zwischen Spannungs- und Strom-Vektor entspricht. Die Belastungsimpedanz ist dann

$$\frac{U}{I} = \frac{86\,600 \text{ V } \varepsilon^{j30}}{430 \text{ A}} = 201\ \varepsilon^{j\,30} \text{ Ohm}$$

Hieraus ergeben sich nach Gl. (22) für die Tangens-Vektoren

$$j \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{188{,}5}{201\ \varepsilon^{j\,30}} = 0{,}935\ \varepsilon^{-j\,30}$$

$$j \operatorname{tg} \beta_0 = \frac{201\ \varepsilon^{j\,30}}{188{,}5} = 1{,}07\ \varepsilon^{+j\,30}$$

Um nun den cos α_0 zu bestimmen, wird das Hilfs-Cosinus-Diagramm nach Fig. 1 benützt und dort der Schnittpunkt der beiden Kurven «$t = 0{,}935$» und «$\tau = -30°$» gesucht. Um cos β_0 zu bestimmen, wird der Schnittpunkt der beiden Kurven «$t = 1{,}07$» und «$\tau = +30°$» gesucht. Man erhält auf diese Weise die beiden Punkte A und B in Fig. 1.

Horizontale und vertikale Komponenten der Punkte A und B werden nun mit dem Maßstab oder Zirkel von Fig. 1 auf Fig. 2 übertragen. Es ist jedoch von grossem Vorteil, wenn man sich von dem Haupt-Cosinus-Diagramm nach Fig. 2 einige Exemplare auf durchsichtigem Papier herstellt, und zwar in demselben Maßstab wie Fig. 1 [4]). Mit diesen kann man einfach die beiden Fig. 1 und 2 aufeinanderlegen und die beiden gefundenen Punkte A und B von Fig. 1 auf Fig. 2 übertragen. In Fig. 2 liegen jetzt beide Punkte auf derselben Ellipse, nämlich «$q = -37{,}5°$», Punkt A liegt auf der Hyperbel «$p = 138{,}8°$», Punkt B auf der Hyperbel «$p = 48{,}8°$». Man findet Gl. (15) bestätigt, nach welcher $\alpha_0 - \beta_0 = \pm 90°$ ist. Dies gibt eine wertvolle Kontrolle.

Wie weiter oben berechnet, ist für die ganze Leitung von Innertkirchen bis Mühleberg der Wert $js\sqrt{yz} = 7{,}56$ Grad. Wenn der Bezugssinn von Innertkirchen bis Mühleberg positiv gewählt wird (es sei hier nochmals auf die Ausführungen im Abschnitt A betreffend Bezugssinn verwiesen), so erhält man für s in Mühleberg einen positiven Wert, somit wird $s\,\frac{\omega}{v}$ positiv. Damit wird in Mühleberg

$$\alpha = \alpha_0 - s\,\frac{\omega}{v} = 138{,}8^0 - j\,37{,}5^0 - 7{,}56^0$$
$$= 131{,}24^0 - j\,37{,}5^0$$

$$\beta = \beta_0 - s\,\frac{\omega}{v} = 48{,}8^0 - j\,37{,}5^0 - 7{,}56^0$$
$$= 41{,}24^0 - j\,37{,}5^0$$

[4]) Transparente Diagramme können vom Verfasser (Chaletweg 9, Zürich 11) bezogen werden.

Damit ergeben sich die Endpunkte C und D der Spannungs- und Stromkurven (Fig. 2).

Man findet damit den allgemein gültigen Satz: Bei verlustfreien Leitungen verdrehen sich die Vektoren cos α und cos β im Uhrzeigersinn, beim Wandern auf der Leitung im Sinne des Wirkleistungsflusses (wenn man die Strom- und Spannungs-Vektoren *zeitlich* im Gegenuhrzeigersinn rotieren lässt, was heute als das Normale gilt). Der Satz ist unabhängig von der Wahl der Bezugsrichtung.

Nach Gl. (16) ist $U = A$ cos α und $I = B$ cos β.

Nach Gl. (15) ist $\frac{A}{B} = \pm j \sqrt{\frac{z}{y}}$

Da bei verlustfreien Leitungen $\sqrt{\frac{z}{y}}$ rein reell ist, so stehen die Vektoren A und B senkrecht aufeinander. Um daher aus dem Verlauf der Cosinus-Vektoren den Verlauf der Strom- und Spannungs-Vektoren in ihrer richtigen gegenseitigen Lage zu finden, wird das Spannungsdiagramm unverändert gelassen und das Stromdiagramm um 90 Grad in dem Sinne verdreht, dass zwischen den gegebenen Vektoren U_0 und I_0 der gegebene Phasenverschiebungswinkel von 30° erscheint. Man erhält damit zwei senkrecht aufeinanderstehende kongruente Ellipsen

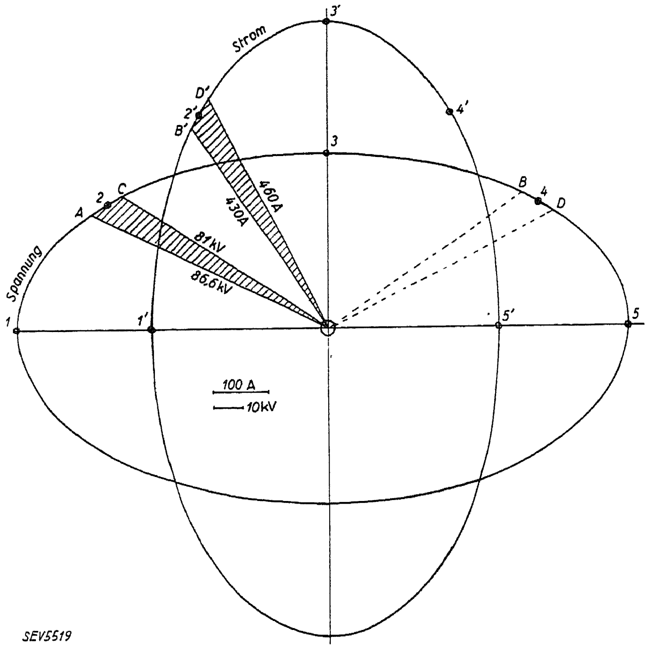


Fig. 5.
Spannung- und Strom-Diagramm der verlustlosen Leitung in richtiger gegenseitiger Lage.

nach Fig. 5. Je ein kleines Teilstück dieser Ellipsen stellt den Vektorenverlauf dar zwischen den gegebenen Punkten A, B am Anfang und C, D am Ende der Leitung. Um den Maßstab der Kurven zu bestimmen, trägt man einfach die gegebenen Strom- und Spannungswerte in die gefundenen Anfangswerte der Cosinusdiagramme ein und findet dadurch leicht mit dem Rechenschieber, wieviel Volts und Ampères einem cm Vektorlänge entsprechen.

Die in Fig. 5 eingetragenen Zahlen sind Effektivwerte. Da die rotierenden Ellipsen den räumlichen und zeitlichen Verlauf von Strom und Spannung darstellen, sollten eigentlich Scheitelwerte eingetragen werden, was durch Multiplikation mit $\sqrt{2}$ geschehen kann. An der *Form* der Kurven wird dadurch natürlich nichts geändert. Sämtliche Gleichungen gelten sowohl für Scheitel- als auch Effektivwerte.

Unendlich lange Leitung.

Für Leitungen von weniger als 200 km Länge findet man bei 50periodigem Wechselstrom zwischen Anfangs- und Endvektor meistens nur ein kurzes Stück einer fast geradlinigen Kurve. Interessant werden die Verhältnisse bei dieser Frequenz erst bei grösseren Leitungslängen. Es sei daher angenommen, die behandelte Leitung sei nur ein Teilstück einer grossen europäischen Sammelschiene; sie habe also eine Länge von einigen tausend Kilometern. Der Einfachheit halber wird angenommen, am gegebenen Anfangspunkt seien Strom und Spannung in Phase, und zwar sei $\frac{U_0}{I_0}\sqrt{\frac{y}{z}} > 1$. Dann wird U_0 zur grossen, I_0 zur kleinen Halbaxe einer Ellipse. In Fig. 5 werden beide Anfangsvektoren in die Horizontalrichtung nach links gelegt. Dann ergibt sich folgender Verlauf:

$s = 0$ km. U ist ein Maximum, I ein Minimum, beide sind in Phase (Punkte 1,1′).

$s = 750$ km. U hat abgenommen und sich um weniger als 45° verdreht, I hat zugenommen und sich um mehr als 45° verdreht, U eilt I um einen maximalen Winkel vor (Punkte 2,2′).

$s = 1500$ km. U ist ein Minimum, I ein Maximum, beide sind wieder in Phase. Beide sind gegenüber $s = 0$ um 90° verdreht (Punkte 3,3′).

$s = 2250$ km. U hat zugenommen, I hat abgenommen. Wir haben wieder eine maximale Phasenverschiebung zwischen U und I, jedoch im umgekehrten Sinn; dieses Mal eilt der Strom der Spannung vor (Punkte 4,4′).

$s = 3000$ km. U und I haben gleiche Grösse, wie bei $s = 0$, sind jedoch um 180° gegen jenen Punkt phasenverschoben (Punkte 5,5′).

Zwischen $s = 3000$ km und $s = 6000$ km erscheinen wieder die genau gleichen Werte wie zwischen $s = 0$ km und $s = 3000$ km; nur sind alle um 180° verdreht.

Bei höheren Frequenzen, die z. B. in der Schwachstromtechnik beim Uebertragen von Sprechströmen vorkommen, werden diese Distanzen natürlich verkürzt. So erhält man z. B. bei einer Frequenz von 2000 Per./s für eine ganze Ellipse des Cosinusdiagrammes nur eine Distanz von 150 km.

Interessant ist nun auch die Betrachtung der Tangensdiagramme. Es werden daher die für Zahlenbeispiel 1 berechneten Werte von tg α_0 und tg β_0 in ein Tangensdiagramm nach Fig. 4 eingetragen und dadurch die zwei Punkte A und B erhalten. Wenn man an diesen Punkten die Werte von p_0 und q_0 abliest, so müssen sie mit den aus den Cosinusdiagrammen herausgefundenen Werten übereinstimmen. Dies ergibt wieder eine wertvolle Kontrolle. Insbesondere findet man, dass beide Punkte A und B auf demselben appolonischen Kreis $q = -37{,}5°$ liegen. Sie liegen ferner auf zwei Kreisbögen $p = 138{,}8°$ und $p = 48{,}8°$, die sich zu einem vollständigen Kreis durch die Punkte $+j$ und $-j$ ergänzen. Man findet nun leicht auch die Werte für den Endpunkt der Leitung; sie liegen auf demselben appolonischen Kreis (Punkte C und D).

Das Tangensdiagramm zeigt den Verlauf der Belastungsimpedanz und der Belastungsadmittanz. Bei einer sehr langen Leitung findet man:

Für $s = 0$, 3000, 6000 km ist die Impedanz ein Maximum, die Admittanz ein Minimum, für $s =$ 1500, 4500 km ist die Impedanz ein Minimum, die Admittanz ein Maximum (Punkte 1,1′, 3,3′).

Im Tangensdiagramm kann man besonders gut den Phasenverschiebungswinkel ablesen; er erscheint als Winkel zwischen dem Tangensvektor und der vertikalen Axe. Man findet für $s = 750$, 3750 km eine maximale Voreilung des Spannungsvektors (Punkte 2,2′), für $s = 2250$, 5250 km eine maximale Voreilung des Stromvektors (Punkte 4,4′), während für $s = 0$, 1500, 3000, 4500, 6000 km Strom und Spannung in Phase sind. Den Phasenverschiebungswinkel kann man berechnen:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin 2p}{\operatorname{Sin} 2q} = \frac{\text{Blindleistung}}{\text{Wirkleistung}} \qquad (23)$$

Da $\operatorname{Sin} 2q$ und die Wirkleistung konstant bleiben (es ist ja eine verlustfreie Leitung angenommen), so ist $\sin 2p$ direkt ein Mass für die Blindleistung.

Man bezeichnet gewöhnlich Kondensatoren als Blindleistungserzeuger, Drosselspulen (Asynchronmotoren usw.) als Blindleistungsverbraucher. Diese Annahme ist willkürlich; es ist auch schon die gegenteilige Annahme vorgeschlagen worden. Es soll jedoch hier an der erstgenannten Definition festgehalten werden. Dann fliesst bekanntlich Blindleistung von einer übererregten zu einer untererregten Synchronmaschine. Für lange Leitungen findet man:

Die Blindleistung wird in den Gebieten hoher Spannung ($s = 0$, 3000, 6000 km) erzeugt, fliesst in beiden Richtungen nach den Gebieten hohen Stromes ($s = 1500$, 4500 km) und wird dort verbraucht.

Bei langen Leitungen wird also die Blindleistung nicht immer von Generatoren oder Phasenschiebern geliefert und von den Stromverbrauchern verbraucht, sondern sie entsteht und verschwindet auf der Leitung selbst. Sie kann bei 50periodigem Wechselstrom auf einer verlustfreien Leitung auf keinen Fall weiter als 1500 km transportiert werden (woran man allerdings auch kein Interesse hat).

Die Wirkleistung fliesst natürlich immer in derselben Richtung; es gibt daher Gebiete, in welchen Wirk- und Blindleistung gleichgerichtet sind ($s =$ 750, 3750 km) und solche, in welchen sie entgegengerichtet sind ($s = 2250$, 5250 km).

Leerlauf und Kurzschluss.

Ist an einer Stelle der Leitung der Strom gleich Null, so fallen die Cosinusdiagramme in die Brennstrecke hinein, die Tangensdiagramme in die unendlich lange horizontale Axe. In einiger Entfernung vom Leerlaufpunkt ist der Strom nicht mehr Null, Strom- und Spannungsvektor stehen auf der ganzen Leitung senkrecht aufeinander.

Aus den Diagrammen findet man leicht, dass in 1500 km Entfernung von diesem Leerlaufpunkt ein Kurzschlusspunkt liegt, in 3000 km Entfernung wieder ein Leerlaufpunkt. Man kann sich eine beliebig lange Leitung vorstellen, auf welcher Leerlauf- und Kurzschlusspunkte in Intervallen von 1500 km immer abwechseln. Dabei ist es nicht nötig, dass an allen Kurzschlusspunkten eine leitende Verbindung zwischen den Phasenleitern vorhanden sei, es ist einfach die Spannung Null, ebenso ist auch nicht an allen Leerlaufpunkten ein Leitungsunterbruch, es ist einfach der Stromvektor Null.

Es wird nur Blindleistung transportiert, der Zustand bleibt bei einer absolut verlustfreien Leitung ohne äussere Energiezufuhr dauernd bestehen. Wir haben ein System von Schwingungskreisen (Resonanz). Es sind reine stehende Wellen auf der Leitung.

Eine Stromschleife, die an einem Ende offen, am andern kurzgeschlossen ist, kann Schwingungen mit ihrer Eigenfrequenz ausführen. Diese ist z. B. bei einer 100 km langen Leitung 750 Per./s. Es können auch Schwingungen mit einem ungeraden Vielfachen der Grundfrequenz auftreten.

Leitung ohne Blindleistung.

Wenn die Belastungsimpedanz nach Grösse und Richtung genau gleich der positiven oder negativen Wellenimpedanz wird, erhält man

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = -j \frac{I_0}{U_0} \sqrt{\frac{z}{y}} = \pm j$$

$$\operatorname{tg} \beta_0 = -j \frac{U_0}{I_0} \sqrt{\frac{y}{z}} = \pm j$$

Das ganze Tangensdiagramm schrumpft in den Punkt $+j$ oder $-j$ zusammen, q wird unendlich gross. Die Cosinusdiagramme werden zu unendlich grossen Kreisen. Die Amplituden A und B nach Gl. (10) und (13) werden jedoch unendlich klein, so dass die Produkte $A \cos \alpha_0 = U_0$ und $B \cos \beta_0 = I_0$ Werte von endlicher Grösse werden (es sind ja die gegebenen Spannungs- und Stromvektoren). Die Vektoren U und I behalten immer denselben absoluten Betrag und verändern nur ihre Richtung. Sie bleiben dauernd miteinander in Phase oder um 180° phasenverschoben, je nach der Wahl des Bezugssinnes; es wird keine Blindleistung transportiert.

Wie man sieht, können sowohl die Tangens- als auch die Cosinusvektoren alle möglichen Werte in der unendlichen Ebene annehmen, auch wenn Strom und Spannung nicht unendlich gross werden. Es empfiehlt sich daher, mehrere Cosinus- und Tangensdiagramme in verschiedenen Maßstäben anzufertigen, für unendlich grosse Werte von q wird das Cosinusdiagramm zu einem System von konzentrischen Kreisen und Radien.

F. Die Leitung mit Verlusten.

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die verlustfreie Leitung, die natürlich einen unerreichbaren Idealzustand darstellt, ausführlich behandelt wurde, soll jetzt der Einfluss der Leitungsverluste untersucht werden. Man erkennt sofort, dass sich der Wert des Ausdruckes $\sqrt{yz}$ ändern muss. Es soll daher gleich das im Abschnitt E behandelte Zahlenbeispiel 1 nochmals aufgegriffen und die dort vernachlässigten Leitungsverluste sollen nachträglich berücksichtigt werden.

Zahlenbeispiel 2.

Die Induktivität der Leitung beträgt wie in Beispiel 1 0,64 mH/km, was bei 50 Per./s einen induktiven Widerstand von $x = \omega\, l = 2\,\pi \cdot 50 \cdot 0{,}61 \cdot 10^{-3} = 0{,}201$ Ohm/km ergibt.

Nach den Angaben des bereits zitierten Artikels Seite 210 bis 215 des Bull. SEV 1931 hat die Doppelleitung einen ohmschen Widerstand von 0,084 Ohm/km. Damit erhält man für die Impedanz

$$z = r + jx = 0{,}084 + j\,0{,}201 = 0{,}2178\ \varepsilon^{j67^\circ 20'}\ \text{Ohm/km}$$

Die ohmsche Ableitung soll auch dieses Mal vernachlässigt werden, so dass sich für die Admittanz ergibt:

$$y = jb = 5{,}65 \cdot 10^{-6}\ \varepsilon^{j90^\circ}\ \text{Siemens/km}$$

Dann wird

$$yz = 5{,}65 \cdot 10^{-6}\ \varepsilon^{j90^\circ} \cdot 0{,}2178\ \varepsilon^{j67^\circ 20'} = 1{,}23 \cdot 10^{-6}\ \varepsilon^{j157^\circ 20'}\ \text{km}^{-2}$$

$$\sqrt{yz} = 1{,}11 \cdot 10^{-3}\ \varepsilon^{j78^\circ 40'}\ \text{km}^{-1}$$

Für eine 100 km lange Leitung erhält man dann

$$js\sqrt{yz} = j\ 0{,}111\ \varepsilon^{j78^\circ 40'} = 0{,}111\ \varepsilon^{j168^\circ 40'} = -\ 0{,}1088 + j\ 0{,}0218$$

In Graden ausgedrückt erhält man für 100 km

$js\sqrt{yz} = -\,6{,}24 + j\,1{,}25$ Grad.

Die Wellenimpedanz wird

$$\sqrt{\frac{z}{y}} = \sqrt{\frac{0{,}218\ \varepsilon^{j67^\circ 20'}}{5{,}65 \cdot 10^{-6}\ \varepsilon^{j90^\circ}}} = 196\ \varepsilon^{-11^\circ 20'}\ \text{Ohm.}$$

Für den Anfangspunkt der Leitung in Innertkirchen sollen wieder dieselben Werte für U_0 und I_0 angenommen werden wie in Beispiel 1, nämlich $U_0 = 86\,600$ V und $I_0 = 430$ A. Die Spannung soll wieder dem Strom um 30 Grad voreilen. Dann wird die Belastungsimpedanz am Anfang der Leitung wieder wie früher 201 ε^{j30} Ohm. Hieraus erhält man nach Gl. (22) für die Tangensvektoren:

$$j \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{196\ \varepsilon^{-j11^\circ 20'}}{201\ \varepsilon^{j30^\circ}} = 0{,}975\ \varepsilon^{-j41^\circ 20'}$$

$$j \operatorname{tg} \beta_0 = \frac{201\ \varepsilon^{j30^\circ}}{196\ \varepsilon^{-j11^\circ 20'}} = 1{,}025\ \varepsilon^{+j41^\circ 20'}$$

Um nun den cos α_0 und den cos β_0 zu bestimmen, wird wieder wie in Beispiel 1 das Hilfs-Cosinusdiagramm nach Fig. 1 benutzt und darin bestimmt man

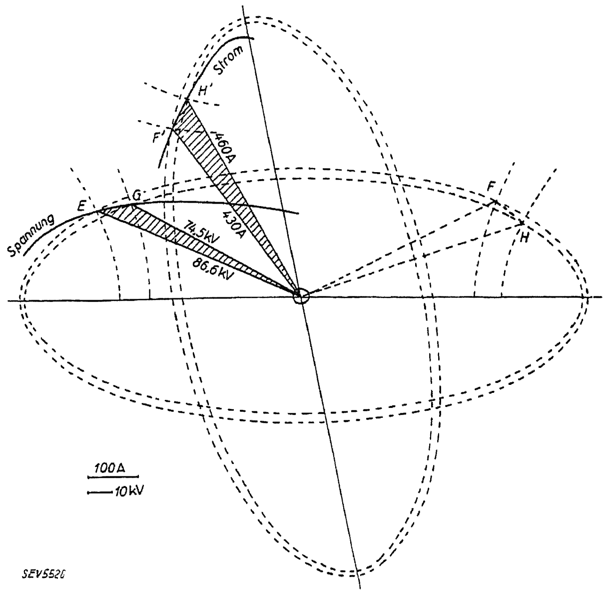


Fig. 6.
Spannungs- und Strom-Diagramm der Leitung mit Verlusten in richtiger gegenseitiger Lage.

die Punkte E und F, die auch in das Diagramm nach Fig. 2 übertragen werden. Beide liegen wieder auf derselben Ellipse «$q = -27{,}9°$», E liegt auf

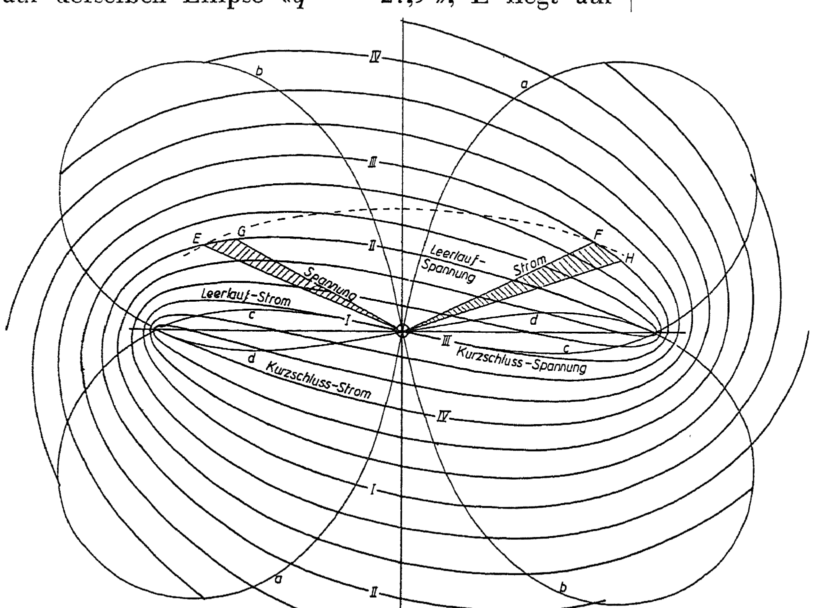


Fig. 7.
Allgemeines Spannungs- und Strom-Diagramm der Leitung mit Verlusten.

Spannungs-Diagramm.	*Strom-Diagramm.*
Kurve *b*: Blindleistung = 0	Kurve *a*: Blindleistung = 0
Kurve *d*: Wirkleistung = 0	Kurve *c*: Wirkleistung = 0

der Hyperbel «$p = 136{,}1°$» und F auf der Hyperbel «$p = 46{,}1°$». Es ist also wieder $\alpha - \beta = \pm 90°$.

Für die gegebene Leitung von 124,1 km Länge erhält man

$$js\sqrt{yz} = (-6{,}24 + j\,1{,}25)\ \frac{124}{100} = -7{,}75 + j\,1{,}55°$$

Damit wird am Ende der Leitung in Mühleberg

$$\alpha = \alpha_0 + js\sqrt{yz} = 136{,}1 - j\,27{,}9 - 7{,}75 + j\,1{,}55 = 128{,}35 - j\,26{,}35 \text{ Grad}$$

$$\beta = \beta_0 + js\sqrt{yz} = 46{,}1 - j\,27{,}9 - 7{,}75 + j\,1{,}55 = 38{,}35 - j\,26{,}35 \text{ Grad}$$

wodurch die Endpunkte G und H der Spannungs- und Stromkurven gefunden werden (Fig. 2).

Während man bei der verlustfreien Leitung einfach auf einer Ellipse wandern konnte, müssen jetzt Ellipsen und Hyperbeln geschnitten werden. Beim Fortschreiten im Sinne des Wirkleistungsflusses tritt also nicht nur eine Verdrehung der Vektoren im Uhrzeigersinn auf, sondern auch ein Uebergang zu immer kleineren Ellipsen, bis die Brennstrecke erreicht wird. Hierbei gilt der wichtige Satz:

Die Aenderungen von p und q stehen in einem konstanten Verhältnis. Dasselbe ist bei dem behandelten Beispiel

$$\frac{\Delta\, p}{\Delta\, q} = \frac{-6{,}24}{+1{,}25} = -5{,}0$$

Nach Gl. (15) ist

$$\frac{A}{B} = \pm j\sqrt{\frac{z}{y}} = \pm j\,196\ \varepsilon^{-j\,11°\,20} = 196\ \varepsilon^{-j\,101°\,20'} \text{ Ohm}$$

Die Vektoren A und B stehen also nicht mehr senkrecht aufeinander. Es wird wieder das Spannungsdiagramm in seiner horizontalen Lage gelassen und das Stromdiagramm um den soeben berechneten Winkel von 101° 20′ verdreht, wodurch sich Fig. 6 ergibt.

Die unendlich lange Leitung, Leerlauf, Kurzschluss und allgemeine Betriebszustände.

Bei einer Leitung mit Verlusten gibt es keine Schwingungszustände ohne Leistungszufuhr wie bei der verlustfreien Leitung. Es kann höchstens ein einziger Leerlaufpunkt oder ein einziger Kurzschlusspunkt vorkommen.

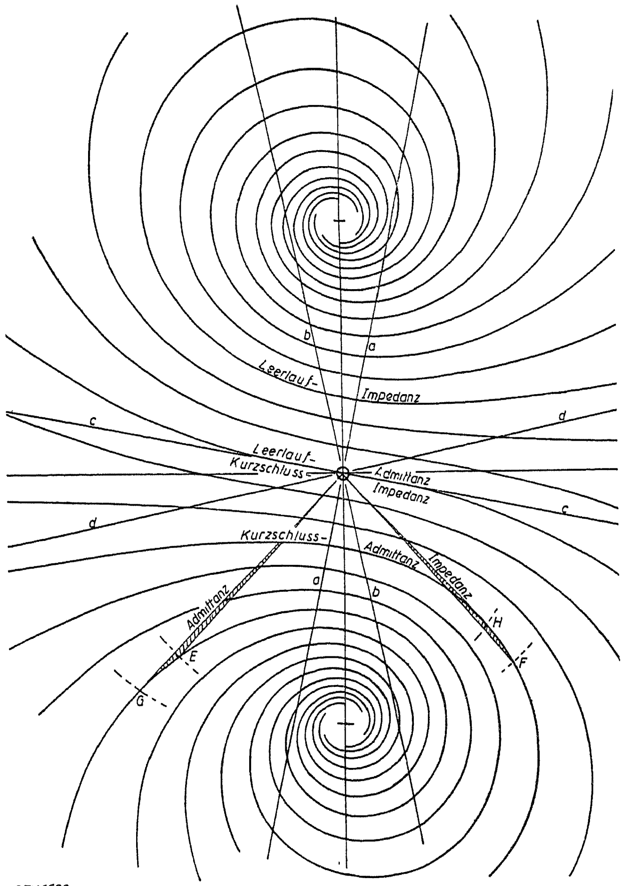
Die Kurve des Leerlaufstromes geht natürlich durch den Nullpunkt. Der weitere Verlauf ist aus Kurve I der Fig. 7 ersichtlich. Sie kann auch um 180° gedreht werden, wodurch die Kurve III erhalten wird. Die Leerlaufspannung beginnt in einem der beiden Brennpunkte und wird durch eine der beiden Kurven II oder IV dargestellt.

Die Kurve der Kurzschlußspannung ist mit derjenigen des Leerlaufstromes identisch (Kurve I

oder III), die Kurve des Kurzschlußstromes ist mit derjenigen der Leerlaufspannung identisch (Kurve II oder IV).

Selbstverständlich müssen die Stromkurven noch um den oben berechneten Winkel von 101° 20′ gegen die Spannungskurven verdreht werden.

Wenn man diese vier Kurven immer weiter verfolgt, so erhält man in grosser Entfernung vom Nullpunkt vier gleiche logarithmische Spiralen. Zwischen diese Kurven können nun eine beliebige Anzahl weiterer Parallelkurven gelegt werden. Diese



SEV5522

Fig. 8.
Allgemeines Impedanz- und Admittanz-Diagramm der Leitung mit Verlusten.

Impedanz-Diagramm.	*Admittanz-Diagramm.*
Gerade *b*: Blindleistung = 0	Gerade *a*: Blindleistung = 0
Gerade *d*: Wirkleistung = 0	Gerade *c*: Wirkleistung = 0

haben alle denselben Charakter. Sie kommen als logarithmische Spiralen im Uhrzeigersinn aus dem Unendlichen, nehmen in der Nähe der Brennpunkte eine abgeplattete Form an, umschlingen ~förmig beide Brennpunkte und wandern als logarithmische Spiralen im Gegenuhrzeigersinn wieder ins Unendliche hinaus.

Dieses Kurvensystem stellt alle möglichen Betriebszustände dar, die überhaupt bei der gegebenen Leitung denkbar sind. Für eine beliebige Belastung und Phasenverschiebung bestimmt man nach Fig. 1 zunächst den Anfangspunkt, überträgt denselben direkt in das Diagramm nach Fig. 7, wandert dort zwischen den benachbarten Kurven parallel dazu hindurch, addiert oder subtrahiert für die gegebene Strecke die entsprechende Anzahl reeller und imaginärer Grade und findet so den Zustand am Ende der Leitung.

Es sollen auch hier wieder die Verhältnisse im Tangensdiagramm studiert werden, wodurch Fig. 8 erhalten wird. Alle Tangenskurven beginnen im Punkt $+j$, von welchem sie sich im Gegenuhrzeigersinn spiralförmig immer weiter entfernen. Sie durchschneiden an irgendeiner Stelle die horizontale Axe, worauf sie sich im Uhrzeigersinn spiralförmig dem Punkt $-j$ nähern, den sie erst nach unendlich vielen Umdrehungen erreichen.

Je nachdem, ob das Tangensdiagramm als Admittanz- oder Impedanz-Diagramm aufgefasst wird, ergibt sich der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen dem Spannungs- und dem Stromvektor als Winkel zwischen dem Tangensvektor und einer der beiden geneigten Geraden a oder b, deren Neigung durch die Richtung $\pm j\sqrt{\frac{z}{y}}$ oder $\pm j\sqrt{\frac{y}{z}}$ bestimmt ist.

Man zieht nun noch zwei weitere Gerade c und d, welche auf den Geraden a und b senkrecht stehen. Dann ist im Admittanzdiagramm auf der Geraden a die Blindleistung, auf der Geraden c die Wirkleistung Null, im Impedanzdiagramm ist auf der Geraden b die Blindleistung, auf der Geraden d die Wirkleistung Null. Ein Durchschreiten der Geraden c im Admittanzdiagramm oder der Geraden d im Impedanzdiagramm ist daher nun bei Kupplungsleitungen zwischen zwei Kraftwerken möglich bei schwacher Belastung, wobei dann von den beiden Werken Wirkleistung in die Leitung hinein gespiesen wird, die auf der Leitung selbst in Form von Verlusten vollständig verbraucht wird. Im Diagramm nach Fig. 7 entsprechen den Geraden a, b, c, d acht Kurven «τ = konstant», wobei τ durch die Richtungen $\pm\sqrt{\frac{z}{y}}$, $\pm\sqrt{\frac{y}{z}}$, $\pm j\sqrt{\frac{z}{y}}$ und $\pm j\sqrt{\frac{y}{z}}$ bestimmt ist.

Im Impedanzdiagramm ist für den Leerlaufpunkt die Impedanz Null; man erhält dafür den Nullpunkt. Für den Kurzschlusspunkt ist sie unendlich gross, sie fällt daher in unendliche Ferne. Im Admittanzdiagramm vertauschen die entsprechenden Punkte ihre Lage.

Mit Hilfe des Diagrammes nach Fig. 7 erkennt man leicht, ob bei einer langen Leitung bei irgendeinem Belastungszustand gefährliche Ueberspannungen auftreten können, die zu Ueberschlägen führen können, oder ob ausserordentlich hohe Ströme möglich sind, welche die Leitung übermässig erwärmen oder mechanisch überbeanspruchen. Ohne diese Diagramme könnte man dies nur mit umständlichen Berechnungen herausfinden.

Um dies einzusehen, soll beispielsweise versucht werden, die gesamte Leistung des Kraftwerkes Hand-

eck von 112 000 kVA bei der gleichen Sternspannung von 86,6 kV und dem gleichen Strom von 430 A *über ein oder mehrere parallele Kabel* zu übertragen. Die Kapazität wird viel grösser, z. B. etwa 0,35 μF/km; die Induktivität wird viel kleiner, z. B. etwa 0,14 mH/km. Dann wird bei Annahme eines Impedanzwinkels von 68° und einer Voreilung des Stromes von 11°

$$j \text{ tg } \beta = \frac{U_0}{I_0}\sqrt{\frac{y}{z}}$$

$$= \frac{86\,600}{430\,\varepsilon^{j\,11^0}}\sqrt{\frac{110 \cdot 10^{-6}\,\varepsilon^{j\,90}}{44 \cdot 10^{-3}\,\varepsilon^{j\,68}}} = 10$$

Hieraus $t = 10$, $\tau = 0$, woraus sich mit Hilfe der Fig. 1 und 2 für β_0 ein Wert von $(90 - 6\,j)$ Grad als Anfangspunkt der *Strom*kurve ergibt. In 250 km Entfernung wird $\beta = 90 - 6\,j - 30 + 6\,j = 60°$. (Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in diesem Kabel ist nur etwa die halbe Lichtgeschwindigkeit.) Der Strom am Leitungsende wird das *Fünffache* des Normalstromes, also 2150 A, und die Leitung mechanisch und thermisch überbeansprucht, während im Kraftwerk nur der Normalstrom vorhanden ist, welcher keine Schalterauslösung bewirkt.

Wird dagegen $\frac{U}{I}\sqrt{\frac{y}{z}} = 0{,}1$, so erhält man für den Anfangspunkt der *Spannungs*kurve den Punkt $(90 - 6\,j)$ Grad. Die Spannung steigt in 500 km Entfernung auf den *fünffachen* Wert und ruft natürlich Ueberschläge hervor.

Man kommt nun ganz von selbst zum Schluss, dass die Wellenimpedanz und die Belastungsimpedanz bei Vollast für eine Kraftübertragung ungefähr gleich gross sein müssen. Dies ist bei der Leitung von Innertkirchen nach Mühleberg tatsächlich der Fall.

Spezialfall.

Im Gegensatz zu den Beispielen 1 und 2 soll die obige Bedingung nicht nur dem absoluten Betrag, sondern auch der Richtung nach ganz genau zutreffen. Es sei also vektoriell genau

$$\frac{U}{I} = +\sqrt{\frac{z}{y}}$$

Aus dem Hilfs-Cosinus-Diagramm nach Fig. 1 ersieht man sofort, dass die Cosinuskurven im Unendlichen beginnen, es sind einfache logarithmische Spiralen und behalten diese Form bei bis in unendliche Distanzen auf der Leitung. Es entspricht dies dem Fall eines Kreises bei verlustfreien Leitungen. Der Phasenverschiebungswinkel zwischen Spannung und Strom bleibt konstant, woraus folgt, dass auch

das Verhältnis $\frac{\text{Blindleistung}}{\text{Wirkleistung}}$ = konstant bleibt.

Spannung und Strom nehmen pro km prozentual immer gleich viel ab. Aus Gl. (5) erhält man für diesen speziellen Fall

$$U = U_0\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}} \text{ und } I = I_0\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}$$

Man kann in diesem Fall leicht den Wirkungsgrad einer s km langen Leitung berechnen

$$\eta = \frac{U_0\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\,I_0\,\varepsilon^{-s\sqrt{yz}}\cos\varphi}{U_0\,I_0\cos\varphi} = \varepsilon^{-2\,s\sqrt{yz}}$$

Von diesem Ausdruck ist nur der absolute Betrag (ohne Richtung) zu nehmen. Mit den Zahlenwerten des Beispiels 2 erhält man für eine 100 km lange Leitung

$$\eta = \varepsilon^{-2\cdot 0{,}0218} = \varepsilon^{-0{,}0436} = \sim 1 - 0{,}0436 = 0{,}9564$$

Für andere Belastungszustände werden die allgemeinen Formeln ziemlich kompliziert; der Wirkungsgrad kann stark von dem obigen Wert abweichen.

Aus dem Richtungswinkel des Vektors $\sqrt{\frac{z}{y}}$ ergibt sich, dass in unserm Beispiel für diesen Fall der Strom der Spannung voreilen muss, Wirk- und Blindleistung wandern daher in entgegengesetzten Richtungen.

Im Tangensdiagramm erhält man für diesen Zustand nur den Punkt $+ j$. Im Gegensatz zur verlustfreien Leitung wird hier eine im Vergleich zur Wirkleistung kleine Blindleistung über Distanzen von mehr als 1500 km transportiert.

Zahlenbeispiel 3.

In diesem Beispiel sollen ausser den ohmschen Längswiderständen auch noch die ohmschen Querleitfähigkeiten (Ableitung, Koronaverluste) berücksichtigt werden. Dann erhält also die Admittanz eine reelle Komponente

$$y = g + j\,b = g + j\,\omega\,c$$

Durch die im Bulletin SEV 1931, S. 210, beschriebenen Versuche wurden für die Koronaverluste bei 150 kV 0,08 kW/km bis 1 kW/km für die Einfachleitung gemessen, je nach der Witterung. Durch Umrechnen des grössten Wertes auf die Doppelleitung findet man für g einen Wert von $8{,}8 \cdot 10^{-8}$ Siemens/km. Damit wird

$$y = 5{,}65\;\varepsilon^{j\,89^0\,6'} \cdot 10^{-6} \text{ Siemens/km}$$

$$\sqrt{yz} = 1{,}11 \cdot 10^{-3}\;\varepsilon^{j\,78^0\,13'} \text{ km}^{-1}$$

Der Richtungswinkel von $\sqrt{yz}$ hat sich um 27', also weniger als ein halbes Grad verändert. Die allgemeinen Cosinus- und Tangenskurven werden daher um diesen Betrag stärker geneigt als in Beispiel 2. Das bedeutet im Cosinusdiagramm etwas raschere Abnahme der Vektoren gegen die Brennstrecke (zwischen + 1 und — 1) hin; die Verluste werden etwas grösser und die Wirkungsgrade etwas schlechter.

Die Koronaleitfähigkeit ist keine Konstante [5]). Die Grösse g ist stark spannungsabhängig. Man wird

[5]) Siehe ausser dem bereits mehrmals zitierten Artikel im Bull. SEV 1931 besonders auch die dort am Schluss (S. 215) zusammengestellten Literaturangaben.

also bei sehr genauen Arbeiten beim Aufzeichnen der Fig. 7 zunächst nur etwa bis zu einer 10 %igen Spannungsänderung fortschreiten und hierauf mit einem neuen Wert von g weiterfahren. Für nicht übertriebene Genauigkeit kann man jedoch meistens einen konstanten Mittelwert über den ganzen Spannungsbereich annehmen.

Für die Leitung Innertkirchen-Mühleberg findet man, dass bei voller Leistung die Koronaverluste etwa 25mal kleiner sind als die ohmschen Verluste.

Zahlenbeispiel 4.

Es sei noch ein anderes Beispiel erwähnt, bei welchem die Ableitung so gross ist, dass der Richtungswinkel von y und z genau gleich wird. Die Cosinus- und Tangenskurven erhalten die doppelte Neigung, wonach sich doppelte Verluste ergeben; ohmsche und Ableitungs-Verluste werden genau gleich.

Für die unendlich lange Leitung konzentriert sich das ganze Tangensdiagramm bekanntlich auf einen der Punkte $+j$ oder $-j$. Da $\sqrt{\frac{z}{y}}$ reell ist, fallen in Fig. 8 die Geraden a und b in die vertikale Axe, was anzeigt, dass über die ganze Leitung reine Wirkleistung ohne Blindkomponente übertragen wird.

Beim Uebertragen von Sprechströmen erhält man schon mit kürzeren Leitungen mehrere Wellenlängen, so dass man mit guter Annäherung eine unendlich lange Leitung annehmen kann. Es stellt sich dann an der Sendestation immer ziemlich genau $\frac{I}{U} = \pm\sqrt{\frac{y}{z}}$ ein, unabhängig davon, ob sie am Ende unterbrochen, kurz geschlossen oder durch eine Impedanz beliebiger Grösse belastet sei.

G. Literaturhinweise und Schlussbemerkungen.

Ueber die Berechnung langer Leitungen existiert schon eine umfangreiche Literatur. Es seien hier nur ganz wenige Veröffentlichungen herausgegriffen.

1. M. L. Keller: Die Uebertragung grosser Leistungen. Bull. SEV 1929, S. 477, 517.
2. L. F. Woodruff: Complex hyperbolic function charts. Electrical Engineering 1935, S. 550.
3. Fränckel: Theorie der Wechselströme, 3. Auflage 1930, 12. Kapitel.
4. R. Wengler: Sinusrelief und Tangensrelief in der Elektrotechnik (nach einem Vortrag von Prof. Dr. Ing. F. Emde). ETZ 1927, S. 766.
5. A. Blondel und Ch. Lavanchy: Resumé pratique du calcul électrique des transmissions d'énergie à haute tension par l'emploi d'abaques. Revue Générale d'Electricité. Nov. 1923, S. 775.
6. Günther Oberdorfer: Zur Kraftübertragung auf langen Höchstspannungsleitungen. ETZ 1927, S. 1691.
7. Edith Clarke: «A transmission line calculator» und «Simplified transmission line calculations». General Electric Review 1923, S. 380, und 1926, S. 321.

In diesen Veröffentlichungen wird zum Teil mit Reihenentwicklungen der hyperbolischen Funktionen operiert, zum Teil werden ganz interessante Diagramme dargestellt.

In Literatur 2 erkennt man Leerlaufspannungs- und Kurzschlußstrom-Kurven für verschiedene Werte von $\sqrt{yz}$, jedoch nur für einen beschränkten Bereich, während in Fig. 7 des vorliegenden Artikels für einen einzigen Wert von $\sqrt{yz}$ alle Belastungsstrom- und Spannungs-Kurven für unbeschränkte Leitungslängen dargestellt sind.

Beim Vergleich der Fig. 2 und 4 von Literatur 4 mit den Fig. 2 und 4 dieses Aufsatzes findet man, dass das Argument $s\sqrt{yz}$ und die Funktion (sin, cos, tg) ihre Rollen in den beiden Artikeln vertauschen. Ausserdem werden bei Wengler und Emde die Funktionen durch absoluten Betrag und Richtung dargestellt. Sehr interessant sind die Reliefs. Von den Fig. 2 und 4 dieses Artikels könnte man natürlich auch Reliefs konstruieren.

Literatur 5 zeigt in Fig. 5 und 6 ähnliche Diagramme wie Literatur 4.

In Fig. 3 der Literatur 6 kann man vereinzelte Bruchstücke der Kurven nach Fig. 7 dieses Aufsatzes erkennen.

Der Verfasser ist der Ansicht, dass mit keiner dieser Darstellungen eine solch klare Uebersicht über die Cosinus-, Sinus- und Tangensfunktionen komplexer Argumente gewonnen wird, wie mit den Fig. 2 und 4 dieses Artikels. Fig. 7 und 8 zeigen alle möglichen Betriebszustände auf einer Leitung beliebiger Länge mit einer sonst nicht erreichbaren Uebersichtlichkeit. Der Verfasser glaubt daher, mit dem vorliegenden Artikel einen Beitrag zum Problem der Fernkraftübertragung zu liefern. Besonders auch für die Telephonie, bei der Sprechströme mit Frequenzen von einigen Tausend Hz vorkommen, können diese Ueberlegungen nützlich sein.

Ausser obigen Literaturangaben 1 bis 7 elektrotechnischen Charakters sei noch auf folgende rein mathematische Werke hingewiesen:

8. A. E. Kennelly, Atlas der komplexen Hyperbelfunktionen.
9. L. Lewent, konforme Abbildungen, S. 24, 64, 74.
10. Mises-Frank, Differential- und Integralgleichungen I, S. 107.

Diese Werke 8 bis 10 enthalten ebenfalls das Cosinus- (resp. Sinus-) sowie das Tangensdiagramm nach Fig. 2 und 4 dieses Aufsatzes. Eine ausführliche Anwendung auf Leitungsprobleme wird jedoch nicht gemacht.

Die Fig. 1, 2, 4 wurden vom Verfasser in grösserem Masstab, nämlich 500 mm für die Zahleneinheit je für einen Quadranten angefertigt. Es können daher Abzüge in dieser Grösse vom Verfasser [6]) bezogen werden, womit natürlich ein genaueres Arbeiten möglich ist.

Der Verfasser gedenkt in einem weiteren Artikel noch den Verlauf der Leistung sowie eventuell noch einige verwandte Probleme zu behandeln.

[6]) Chaletweg 9, Zürich 11.

Considérations sur les enroulements amortisseurs des alternateurs synchrones.

Par *F. Werthmann*, Baden.

621.313.332.045.7

Les alternateurs synchrones équipés avec des amortisseurs de différents types, amortisseurs à faible ou à forte résistance, combinés ou partiels, sont confrontés et comparés aux machines sans amortisseurs. Leurs qualités sont examinées au point de vue des conditions de stabilité statique et dynamique des réseaux.

Der Autor vergleicht Synchrongeneratoren, die mit Dämpferwicklungen verschiedenen Typs (Dämpferwicklungen mit kleinem und grossem Widerstand, solche mit kombiniertem Widerstand und solche, die nur partiell ausgebildet sind) mit Maschinen ohne Dämpferwicklung. Er untersucht ihre Eigenschaften im Hinblick auf die Bedingungen der statischen und dynamischen Stabilität.

Introduction.

L'exploitation actuelle des grands réseaux de distribution d'électricité a posé, de par les interconnexions qu'elle entraîne, de nouveaux et nombreux problèmes, parmi lesquels ceux de stabilité et de réglage occupent une place prépondérante. Ces problèmes ont conduit, si ce n'est toujours à modifier sensiblement les principes de construction des machines et de l'appareillage, tout au moins à attirer l'attention des techniciens sur certains éléments plus ou moins importants.

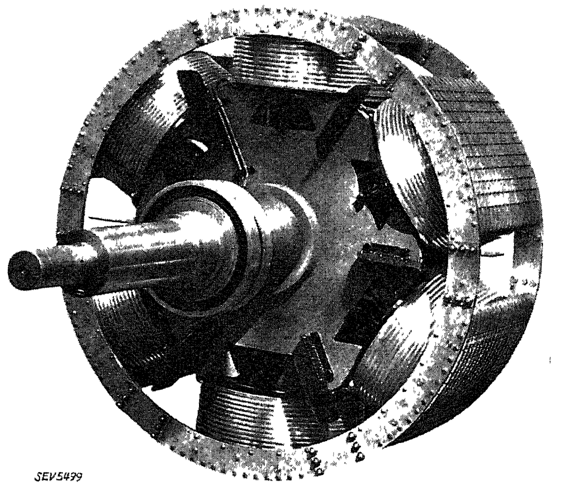


Fig. 1.
Roue polaire équipée avec un amortisseur.

L'un de ces éléments sont les enroulements amortisseurs des machines synchrones, en particulier des alternateurs. On sait que les enroulements amortisseurs (fig. 1) sont constitués par des barres, le plus souvent en cuivre, mais parfois en bronze, noyées dans les épanouissements polaires et reliées entre elles à leurs deux extrémités par deux anneaux coaxiaux au rotor, le tout formant une cage d'écureuil. Ces amortisseurs ont de multiples buts parfaitement définis pour les alternateurs monophasés, mais plus complexes, et parfois s'excluant mutuellement, pour les machines triphasées.

Alternateurs monophasés.

Dans la construction des alternateurs monophasés, l'amortisseur est une nécessité. On sait, en effet, que la théorie de ces machines montre que leur champ de réaction d'induit, fixe dans l'espace, peut être décomposé en deux champs égaux tournant en sens inverse l'un de l'autre, soit un champ direct de réaction et un champ inverse. Ce dernier, tournant en sens inverse du rotor, serait capable d'y induire des courants de fréquence double, lesquels à leur tour entraîneraient l'apparition de courants de fréquence supérieure. Il en résulterait des pertes élevées et un échauffement exagéré, auxquels la présence d'un amortisseur coupe court en créant un champ s'opposant au champ inverse.

Alternateurs triphasés.

Amortisseurs à faible résistance.

Dans les machines triphasées, l'amortisseur ne s'impose pas en général à priori. Le but que l'on poursuit en équipant un alternateur avec un pareil enroulement est, à l'ordinaire, de renforcer et régulariser son couple asynchrone, en vue d'amortir rapidement les oscillations du rotor. Il s'agit effectivement de renforcement et de régularisation, car l'enroulement d'excitation et les épanouissements polaires, s'ils sont pleins, jouent déjà le rôle d'amortisseur, mais dans l'axe direct, autrement dit dans l'axe des pôles principalement. Un amortisseur augmentera donc le couple asynchrone d'amortissement dans l'axe direct et le régularisera en lui apportant une composante dans l'axe transversal.

Les oscillations des rotors peuvent prendre naissance, on le sait, à la suite d'un changement de régime ou s'amorcer lorsque le couple des machines primaires n'est pas constant, comme c'est le cas pour les moteurs Diesel. Ce dernier cas n'est généralement pas envisagé, les oscillations étant étudiées ici en rapport avec la valeur du moment d'inertie logé dans les roues polaires et les couples synchronisants. Les oscillations les plus redoutables sont celles qui peuvent apparaître pendant un court-circuit ou qui suivent son élimination par les disjoncteurs, alors que les machines cherchent leur position d'équilibre dans un système dont l'impédance vient d'augmenter. De ce fait, la limite de stabilité se trouve abaissée et les oscillations seront d'autant plus capables d'amener le décrochage des machines que ces dernières débitaient avant le court-circuit une puissance active plus grande, avec comme corollaire une puissance synchronisante plus faible. On se rappellera ici que les puissances

active et synchronisante d'une machine travaillant sur un réseau infini sont toutes deux fonction de l'angle Θ que font entre eux les vecteurs représentatifs de la force électro-motrice interne E et de la tension U aux bornes, angle déterminé lui-même par la réaction transversale. En n'envisageant que la réactance pour une machine à rotor lisse, on peut écrire les puissances active et synchronisante sous la forme suivante:

$$\text{Puissance active} = P = \frac{E\,U}{Z} \sin \Theta$$

$$\text{Puissance synchronisante} = P_s = \frac{E\,U}{Z} \cos \Theta$$

(Pour une machine à pôles saillants, la formule est la même, mais s'additionne d'un second terme, fonction de 2 Θ). La puissance active, en augmentant avec Θ, se rapproche de P_{max} théorique $= \frac{E\,U}{Z}$, la marge de stabilité diminue donc en même temps que P_s est réduit avec cos Θ.

Un autre cas où les oscillations sont particulièrement à craindre est celui où les alternateurs travaillent sur une longue ligne représentant une forte charge capacitive, car alors seul le couple transversal asynchrone, que ne peut fournir l'enroulement d'excitation, peut jouer un rôle effectif. En marche capacitive, l'excitation doit être fortement réduite; la force électro-motrice diminue et avec elle la puissance synchronisante.

Dans tous les cas d'oscillations, de même que dans l'éventualité extrême où il y a décrochage, les machines retrouvent d'autant mieux leur état d'équilibre que le couple asynchrone développé par l'amortisseur est plus grand, ou en d'autres termes, que la résistance de ce dernier est plus faible. Mais une résistance faible de l'amortisseur ne laisse pas d'être défavorable pour la stabilité pendant la période limitée par l'instant de l'apparition d'un court-circuit et celui de son élimination, du fait qu'elle diminue la réactance de fuite et, par voie de conséquence, la réactance inverse des machines. Cette réactance inverse entre en considération pour tous les cas de courts-circuits dissymétriques qui, étant les plus nombreux, retiennent plus particulièrement l'attention. Ces courts-circuits dissymétriques donnent naissance à des états de fonctionnement déséquilibrés que la théorie des composantes symétriques permet, on le sait, de ramener à des systèmes équilibrés. La réduction pour un système dissymétrique triphasé se fait en remplaçant le groupe de ses 3 vecteurs quelconques représentatifs par 3 nouveaux groupes des 3 vecteurs symétriques, soit les groupes direct, inverse et homopolaire. Par rapport aux alternateurs, le groupe direct tourne synchroniquement avec la roue polaire, tandis que le groupe inverse tourne en sens opposé. Les courants correspondant à ce dernier groupe sont donc susceptibles d'induire dans le rotor des courants de fréquence double, propriété qui est utilisée comme on le verra plus loin. A chacun des groupes symétriques correspondent les impédances déterminées Z_d, Z_i, Z_o, qui composent l'impédance résultante symétrique Z_{cc} à introduire dans les calculs. Cette impédance Z_{cc}, qui est égale à $(Z_o + Z_i)$ pour les mises à la terre simples ou à (Z_i) pour les courts-circuits entre phases, se combine avec les impédances d'un réseau suivant la figure 2. On envisage dans cette figure deux centres, A et B, reliés par deux lignes en parallèle. La puissance active transportable de A vers B peut être mise sous la forme donnée plus haut, qui fait alors apparaître au dénominateur l'impédance totale du réseau. Cette puissance diminue donc quand l'impédance augmente et inversément, et avec elle la puissance maximum théoriquement transportable (P_{max}) qui peut être regardée comme un étalon de stabilité. Plus P_{max} est grand par rapport à la puissance effectivement transmise, mieux les conditions d'équilibre du système seront remplies et ceci particulièrement pendant la durée d'un court-circuit. On démontre que pendant un court-circuit tout se passe par rapport au transport d'énergie de A vers B (fig. 2), comme si l'impédance du réseau avant les courts-circuits $(Z_1 + Z_5)$ s'augmentait d'une impédance fictive $\frac{Z_1 Z_5}{Z_{cc}}$. Cette impédance fictive est d'autant plus grande que Z_{cc} diminue. Donc, la réduction par un amortisseur de l'impédance inverse entraîne celle de Z_{cc} et de la puissance P_{max} de court-circuit, d'où moins grande stabilité. Cette stabilité pendant les courts-circuits, on essaie de la maintenir par l'excitation rapide des machines, mais là encore un amortisseur à faible résistance rend l'effet de cette excitation rapide problématique en s'opposant à toute variation de flux. On se rappellera qu'au moment du court-circuit, l'enroulement d'excitation se comporte comme l'amortisseur et sans sa pré-

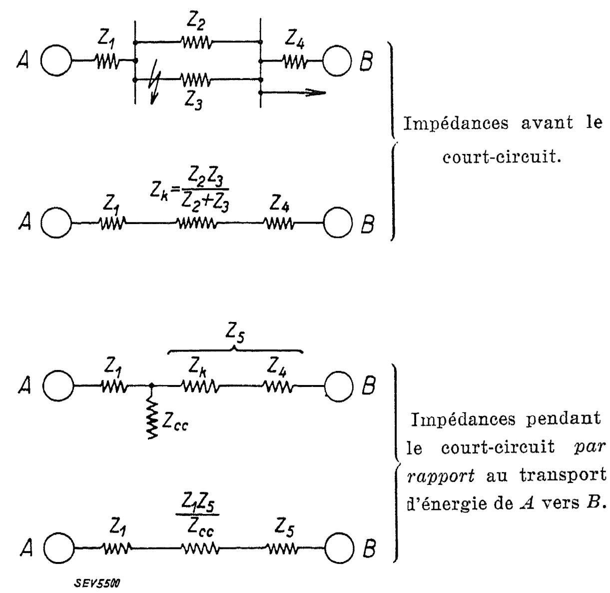


Fig. 2.
Combinaison des impédances de réseau pendant un court-circuit par rapport au transport d'énergie de *A* vers *B*.

sence crée automatiquement tous les ampères-tours nécessaires au maintien du flux. Ce sont ces ampères-tours qu'il s'agit de maintenir avec l'excitation rapide. Mais l'amortisseur étant présent, il créera aussi une partie des ampères-tours qui, eux, ne seront pas soutenus. L'excitatrice devra reprendre à son compte cette partie des ampères-tours en forçant l'excitation, à laquelle s'oposera à nouveau l'amortisseur. Si l'on veut donc que l'excitation rapide soit effective, il ne faut pas que l'alternateur ait d'amortisseur et que la constante de temps de son circuit inducteur soit grande, en même temps que celle du circuit de réglage de l'excitatrice soit petite. Ainsi, l'excitation rapide demande un concours de moyens onéreux, qui ne sauraient entrer en considération que pour les grands alternateurs. Mais on a vu qu'à charge inductive ou capacitive, un alternateur sans amortisseur manque de stabilité et ceci d'autant plus que ses pôles sont complètement feuilletés. Si le besoin s'en faisait sentir toutefois, on pourrait envisager un équipement avec amortisseur partiel, disposé entre les axes des pôles, dont il serait éventuellement isolé, capable de créer un champ transversal. Dans la plupart des cas, on construira donc les machines normalement, c'est-à-dire avec des pôles pleins, si les conditions d'échauffement peuvent être remplies, soit en les équipant avec des amortisseurs à faible résistance, c'est-à-dire avec beaucoup de cuivre, qui auront tendance à maintenir les flux constants, ce que l'on recherche pendant les courts-circuits.

Amortisseurs résistants.

Les courts-circuits représentent généralement pour les alternateurs une diminution de leur puissance active qui, au moment du court-circuit, tombe subitement, alors que celle des machines primaires d'entraînement ne varie pas, les régulateurs n'ayant pas le temps d'agir. Il s'ensuivra une accélération des rotors qu'il s'agit de réduire au minimum, soit en coupant rapidement le court-circuit avec des disjoncteurs appropriés, ce qui est le moyen le plus radical et le plus simple, soit en créant une charge artificielle de l'alternateur. Cette charge pour les courts-circuits asymétriques est fournie par la composante inverse des courants qui, tournant comme il a été exposé plus haut en sens inverse du rotor, y induit des courants de fréquence double qui se dissipent en pertes. Afin d'utiliser au mieux la composante inverse, l'idée est venue d'équiper les machines avec des amortisseurs résistants, susceptibles d'engendrer un maximum de pertes. Il existe bien entendu une valeur optimum de la résistance de l'amortisseur, pour laquelle les pertes sont maxima. Ce maximum, la limite imposée par les échauffements admissibles de l'enroulement ne permet pas de l'atteindre.

Si l'amortisseur résistant peut être utile pendant le court-circuit, son action est infime lors des oscillations succédant au court-circuit, puisque là il devrait, comme on l'a vu, posséder une faible résistance. Il ne saurait enfin s'appliquer ni aux compensateurs synchrones, ni aux alternateurs devant travailler en réactif ou capacitif, machines qui, au moment du court-circuit, ne doivent pas être freinées, au contraire.

Amortisseurs doubles.

On a eu recours parfois, en Amérique particulièrement, à un compromis consistant à pourvoir les alternateurs de deux amortisseurs, l'un à forte, l'autre à faible résistance, ce dernier toutefois ayant une plus forte réactance que le premier. Pendant le court-circuit, l'amortisseur à forte réactance se comporte comme un écran, vu la double fréquence, et la presque totalité du courant induit circule dans l'amortisseur résistant, où il exerce son action de freinage. Lors des oscillations par contre, suivant le court-circuit le jeu s'inverse, la chute inductive dans les enroulements étant faible, vu la petite fréquence de glissement, les courants induits se répartiront en fonction des résistances. L'enroulement à faible résistance, mais à réactance prépondérante, absorbera la majeure partie du courant induit, jouant son rôle d'amortisseur. On remarquera que les amortisseurs résistants ne sont effectifs qu'en cas de courts-circuits dissymétriques, la composante inverse des courants étant nulle pour les courts-circuits triphasés. Ils ne présentent pas moins un grand intérêt théorique, car pratiquement les difficultés de la construction les font abandonner. A plus forte raison, les amortisseurs doubles sont délaissés, bien qu'ils aient des avantages. Ces avantages cependant, on les retrouve en partie dans les turbo-alternateurs et les alternateurs à pôles saillants et massifs, équipés ou non avec des amortisseurs à faible résistance et relativement forte réactance. La masse des pôles est en effet le siège, sous l'action de la composante inverse, de courants de Foucault intenses, qui créeront une charge active de freinage. Les pôles massifs joueront donc un rôle d'amortisseur résistant, tandis qu'à l'enroulement d'excitation et à l'amortisseur sera dévolu le rôle ordinaire. On remarquera que les pôles massifs sont capables de travailler, dans une certaine mesure, à la fois comme amortisseur à faible et à forte résistance.

Amortisseurs partiels.

Les amortisseurs normaux constituent ordinairement une cage complète. C'est ce fait qui entraîne en grande partie la réduction de l'impédance inverse dont l'effet, comme il a été expliqué, est défavorable à la stabilité. Cette impédance inverse peut être envisagée comme étant constituée par deux composantes correspondant aux deux positions extrêmes que peut prendre le rotor par rapport au stator, dans les axes directs et transversaux. Sans amortisseur, la composante directe de la réactance est faible, car, par rapport au stator, l'enroulement d'excitation joue le rôle d'enroulement court-circuité. La composante transversale

par contre est grande. La présence d'un amortisseur complet affecte peu la valeur de la composante directe, mais réduit fortement la composante transversale, car il constitue, vis-à-vis du stator, un enroulement en court-circuit. L'idée vient donc d'envisager un amortisseur subdivisé, c'est-à-dire ne comportant pas de secteurs de liaison entre les pôles. On obtient ainsi une augmentation de l'impédance inverse, tout en affectant fort peu l'effet amortisseur de l'enroulement en charge active. La construction se trouve de la sorte quelque peu simplifiée et en même temps les courants de court-circuit mono- ou biphasés, que la diminution de l'impédance inverse avait augmentés, sont réduits. Il faut remarquer toutefois que l'effet amortisseur d'un enroulement partiel n'est parfait qu'en charge et ne saurait l'être à vide ou en marche capacitive, car là, la réactance transversale de l'amortisseur joue un rôle prépondérant. Mais, en charge, le couple amortisseur est fourni, comme on l'a vu plus haut, principalement par l'enroulement d'excitation. On ne gagne donc que peu avec un enroulement partiel.

Alternateurs sans amortisseur.

Dans les alternateurs sans amortisseur, l'enroulement d'excitation joue, comme il a été dit plus haut, le rôle d'amortisseur à faible résistance et donne à la machine un couple asynchrone dans l'axe direct seulement. En d'autres termes, ce couple est dépendant de la charge active de la machine. Il est environ maximum lorsque la machine travaille à $\cos \psi = 1$, car alors la variation du flux coupé par l'enroulement d'excitation lors d'oscillations est maximum. Cette variation diminue avec le déphasage. On remarquera que le couple synchronisant suit une loi inverse. D'autre part, si l'épanouissement polaire est plein, on obtiendra un certain couple dans l'axe transversal, susceptible d'être augmenté par des liaisons latérales entre les pôles. Toutefois, un épanouissement plein offre des difficultés au point de vue échauffement dès que la charge débitée par la machine atteint un certain degré d'asymétrie. On aura recours alors soit à un feuilletage de la surface des épanouissements, soit à un enroulement amortisseur à faible résistance, s'il s'agit d'un puissant alternateur qui en justifie le coût.

Les divers enroulements amortisseurs, qu'ils soient à faible ou à forte résistance, combinés ou partiels, offrent tous au constructeur la même difficulté. Ils doivent résister aux échauffements résultant de la composante inverse des courants ou aux harmoniques du courant en marche normale et être déterminés et construits en conséquence.

De la détermination des amortisseurs.

Les enroulements amortisseurs sont déterminés de telle sorte qu'ils remplissent les conditions d'échauffement admissibles. Un calcul exact, visant le but d'amortissement qu'ils ont à remplir, est en effet fort difficile, vu la complexité du calcul des inductivités. D'ailleurs, pareil calcul n'a pas d'utilité, du fait que pratiquement, si la condition d'échauffement est satisfaite, le but de l'amortisseur s'ensuit nécessairement.

La détermination du courant induit dans le rotor par la composante inverse est issue de l'équation vectorielle qui régit les chutes de tension rotoriques des moteurs asynchrones.

On sait que cette équation s'écrit:

$$0 = I_2 \cdot \frac{r_2}{s} + j\omega_1 \cdot L_{2c} \cdot I_2 + j\omega_1 \cdot L_{12\triangle} \cdot I_1 \qquad (1)$$

où l'index 1 se rapporte au stator,
» 2 » » » rotor,
L_{2c} inductivité combinée du rotor
$L_{12\triangle}$ inductivité triphasée mutuelle du stator au rotor.

$$s = \text{glissement} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1}$$

Par rapport à la composante inverse, le glissement $s = 2$ et l'on peut négliger la résistance $\frac{r_2}{s}$

Il reste:

$$I_2 = -I_1 \frac{L_{12\triangle}}{L_{2c}} \qquad (2)$$

Mais les deux inductivités $L_{12\triangle}$ et L_{2c} liées toutes deux au facteur d'enroulement près à un flux commun, ont pour relation:

$$L_{12\triangle} = \frac{1}{K} \cdot L_{2c} \cdot \frac{N_1}{N_2} \qquad (3)$$

où K est le facteur d'enroulement et N le nombre de conducteurs du stator, respectivement du rotor. L'équation 2 devient:

$$I_2 = -I_1 \cdot \frac{L_{2c} \cdot \frac{N_1}{N_2}}{K \cdot L_{2c}} = -I_1 \cdot \frac{N_1}{K \cdot N_2}$$

$$I_2 \cdot N_2 = \frac{1}{K} \cdot I_1 \cdot N_1$$

Cette simple équation, évidente à priori, dit l'égalité des ampères-tours.

Une fois le facteur K calculé selon les méthodes données par les ouvrages spécialisés, le courant rotorique I_2 est obtenu en affectant à I_1 la valeur des harmoniques de courant ou de la composante inverse des courants, qui est égale à $\frac{I_{normal}}{2}$ pour les alternateurs monophasés et se calcule à l'aide des impédances symétriques Z_d, Z_c et Z_i pour un alternateur triphasé. La résistance de chaque barre étant r, les pertes totales égales à $I_2^2 \; r \cdot N_2$ détermineront les échauffements.

De la construction des amortisseurs.

La construction des amortisseurs se ressent essentiellement de la préoccupation de satisfaire aux

conditions imposées par l'échauffement et les dilatations qui s'ensuivent.

Amortisseurs à faible résistance.

Ces amortisseurs sont en cuivre. Leur construction pour les alternateurs à pôles saillants est de deux types. Le premier type, utilisé le plus couramment, est caractérisé par des barres noyées complètement ou partiellement dans les encoches semi-ouvertes ou ouvertes, taillées dans les épanouissements polaires. Les barres sont reliées rigidement entre elles par deux anneaux latéraux auxquels elles sont brasées.

Cette construction suppose une dilatation à peu près égale de toutes les barres. Si pareille hypothèse ne peut être faite, il faut recourir au deuxième type de construction, qui se différencie du précédent en ce que le raccordement de chacune des barres ou groupe de barres aux anneaux est réalisé par des connexions flexibles donnant la souplesse voulue à l'enroulement.

Pour les turbo-alternateurs, la construction des amortisseurs est plus délicate. Il semble à première vue que les frettes de bronze ou les coins de cuivre des frettes d'acier des encoches du rotor devraient pouvoir jouer sans autre comme amortisseur, les capes jouant le rôle des anneaux en venant presser les frettes à leur sortie des encoches. Les types anciens de construction ont utilisé ce procédé, mais les expériences faites n'ont pas été heureuses, vu que des brûlures aux surfaces de jonction entre frettes et capes se sont fait jour.

Actuellement, les barres d'amortisseur proprement dit sont constituées par des lattes de cuivre, épanouies à leurs deux extrémités et disposées dans les encoches libres du rotor. Les épanouissements débordent les encoches et se trouvent en contact libre mais étroit avec la surface intérieure des capes. Lorsque l'alternateur tourne, ce contact est tout à fait intime sous l'action de la force centrifuge. Du fait que seules les encoches libres reçoivent une barre d'amortisseur, ce dernier ne pourra créer qu'un champ transversal de réaction; quant au champ longitudinal, il est issu de l'enroulement d'excitation lui-même. Il faut cependant remarquer que ces barres dites d'amortisseur agissent plutôt comme pont pour le passage du courant induit dans le fer entre le corps du rotor et les capes, leur rôle d'amortissement étant minime, vu leur faible volume de cuivre.

Amortisseurs résistants et doubles.

La valeur désirée de la résistance de l'amortisseur est obtenue par un choix judicieux de sa matière constitutive. Quant à la prépondérance de son rôle vis-à-vis de la composante inverse, elle est donnée en jouant sur sa situation par rapport à l'entre-fer.

Les amortisseurs résistants sont généralement en bronze ou en laiton. Comme on l'a vu, ce genre d'amortisseur n'a trouvé parfois son application que dans la construction des alternateurs à double cage.

L'amortisseur à faible résistance est constitué par des barres de cuivre noyées dans des encoches fermées. Quant à l'amortisseur résistant en bronze ou laiton, il est disposé dans des encoches ouvertes. Vu les différences de dilatation, les barres des deux enroulements ne peuvent être reliées à des anneaux communs. Les barres de cuivre sont connectées entre elles selon un des modes cités ci-dessus, tandis que les barres à forte résistance sont rattachées par des connexions appropriées à la masse même des pôles. Les connexions interpolaires sont négligées pour simplifier la construction.

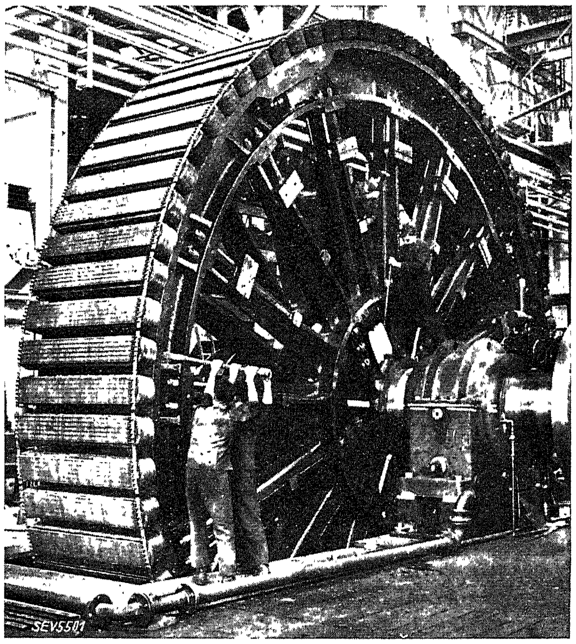


Fig. 3.
Rotor d'alternateur triphasé en cours de montage.

La figure 3 représente une roue polaire d'alternateur avec amortisseur à faible résistance, en cours de montage.

Conclusion.

Deux types principaux d'amortisseurs à faible ou à forte résistance et un type intermédiaire, réunissant approximativement les qualités des deux premiers, sont en présence. Ce dernier peut paraître le plus intéressant, mais les difficultés et le coût de construction qu'il entraîne le font écarter, d'autant plus qu'il ne peut remplir que partiellement les rôles respectifs des deux types fondamentaux.

L'amortisseur résistant peut être désirable pendant la durée du court-circuit par son action de freinage sur les alternateurs, mais sa construction est délicate vu les échauffements qui, en outre, ne permettent pas de donner aux amortisseurs des caractéristiques correspondant à une action maximum. Cette action de freinage est d'ailleurs ob-

tenue jusqu'à un certain point avec les alternateurs à pôles complètement ou partiellement massifs. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que ce freinage n'est qu'un palliatif pour la stabilité, dont les conditions ne sauraient être bien remplies que par des disjoncteurs ultra-rapides.

Le seul amortisseur qui ait une réelle valeur pratique est celui du type à faible résistance. Il augmente et régularise le couple asynchrone des alternateurs, qui est ainsi capable de s'opposer aussi bien aux oscillations qui peuvent prendre naissance lors des changements de régime qu'à celles susceptibles de s'amorcer en charge inductive ou lors de la marche manquant de stabilité que représente un fonctionnement capacitif. D'autre part, en cas de charge dissymétrique, il prévient des échauffements dangereux des pôles. En outre, en s'opposant à toute variation des flux, il contribue à maintenir pendant les courts-circuits, à défaut d'une excitation ultra-rapide pratiquement effective, cette constance des tensions si désirable pour la stabilité. On n'oubliera toutefois pas qu'en soi ce type d'amortisseur apporte un élément défavorable à la stabilité, en réduisant la réactance inverse. Son application ne saurait donc sans autre être généralisée; elle doit être étudiée dans chaque cas particulier avec toute la circonspection que peut donner la connaissance parfaite des conditions de fonctionnement des alternateurs.

En général, on peut dire que les alternateurs sans amortisseur, à pôles pleins, éventuellement avec la surface de l'épanouissement légèrement feuilletée, possèdent, grâce à l'enroulement d'excitation et à la masse des pôles, des caractéristiques d'amortissement suffisantes dans la plupart des cas.

Par contre, si l'amortissement doit être renforcé et régularisé, ou que la charge des alternateurs est fortement dissymétrique, ou encore que les courants de charge présentent des harmoniques importants, on recourra aux amortisseurs à faible résistance.

Enfin, en cas d'équipement d'alternateurs avec une excitation ultra-rapide, on adoptera des pôles feuilletés sans amortisseur; éventuellement pourra-t-on envisager un amortisseur partiel pour l'axe transversal, afin de donner la stabilité voulue à la machine.

Ces quelques considérations sur les amortisseurs des alternateurs, suscitées par les nombreuses propositions faites pour répondre aux problèmes que pose l'interconnexion, visent bien entendu particulièrement les machines de grande puissance, qui seules peuvent jouer un rôle effectif dans le maintien de l'équilibre des réseaux.

A propos d'un commencement d'incendie dans une soute à coke.

614.84:621.3

Le 26 juillet, le feu a pris dans la soute à coke de la maison d'habitation Niesenstrasse 3 à Thoune, d'une façon qui mérite d'être relatée en détail.

Alarmés par une fumée légère et suffocante qui s'échappait d'une fenêtre de la cave, les habitants de la maison avertirent les pompiers. A leur arrivée, la soute à coke était pleine de fumée et le coke très chaud mais ne brûlait pas. L'équipe de secours de l'usine à gaz, appelée sur les lieux, arriva munie d'appareils Draeger à circuit fermé, et voulut aussitôt sortir le coke de la soute sans l'arroser. Les pompiers jugèrent cependant prudent d'arroser auparavent le coke légèrement pour le refroidir. C'est alors que de petites flammes bleuâtres jaillirent du tas de coke et que les hommes occupés à déblayer la cave ressentirent de fortes commotions aux pieds et aux mains. En même temps, un crépitement se fit entendre, des étincelles sautèrent d'un morceau de coke humide à l'autre et de fortes lueurs, semblables à celles qui se produisent lorsqu'on soude à l'arc électrique, apparurent des deux côtés du tas. Ces phénomènes ne cessèrent que lorsque le courant fut coupé dans le quartier.

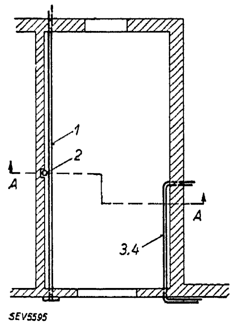


Fig. 1.
Plan de la soute à coke.

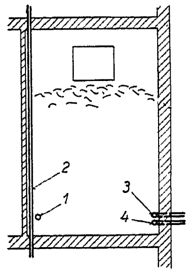


Fig. 2.
Elévation de la soute à coke.
(coupe A—A, fig. 1)

1 Tuyau protecteur du câble. *2* Tuyau d'évier. *3* Conduite de gaz. *4* Conduite d'eau.

Pour rechercher la cause de ces phénomènes qui auraient pu avoir des conséquences fatales pour l'équipe de secours, les Services Industriels de Thoune demandèrent au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS de procéder à une enquête qui eut lieu en collaboration avec l'Inspectorat des installations à courant fort. En voici les résultats:



Fig. 3.
Vue de la soute à coke.
A gauche, le tuyau protecteur et le tuyau d'évier; à droite, les conduites de gaz et d'eau.

La disposition de la soute à coke ressort des figures 1 et 2. Sur la gauche de la soute, un tuyau de fer, protégeant le câble de raccordement au réseau, est fixé au mur à environ 25 cm au-dessus du sol en béton. Un tuyau d'évier en fonte, vertical, croise le tuyau en fer à quelques cm de distance.

De l'autre côté de la soute, des conduites de gaz et d'eau longent le mur sur la moitié de sa longueur, également à environ 25 cm au-dessus du sol (fig. 3 et 4). Tous ces tuyaux étaient entourés de coke, dont la soute était remplie presque jusqu'au plafond.

De l'avis des hommes du métier, il ne pouvait être question que le coke se fût enflammé spontanément. De même on ne trouva rien qui puisse faire supposer une décharge disruptive d'origine atmosphérique ou autre. Les recherches se concentrèrent donc sur l'installation électrique, que tout semblait désigner comme la cause du sinistre.

Le quartier où se trouve le bâtiment en question est alimenté de quatre stations de transformateurs par un réseau

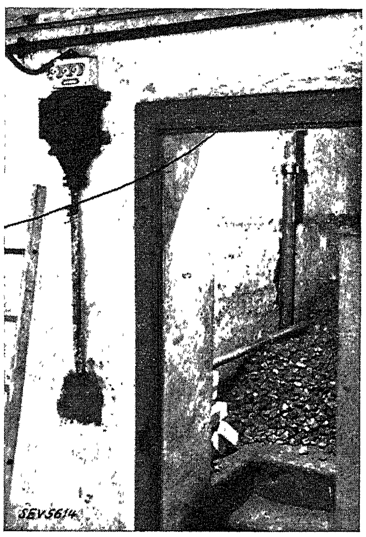


Fig. 4.

Coup d'œil à travers la porte de la soute.

A gauche, le câble et la boîte d'extrémité.

fortement maillé de câbles souterrains, sous 125 V, courant triphasé, sans conducteur neutre. Dans deux des stations, le même conducteur de phase (phase «rouge») est mis à la terre par l'intermédiaire d'un parafoudre (forme bouchon, avec isolement au mica). Dans une des stations («Feldschlössli»), la prise de terre est constituée par une électrode (11 Ω), tandis que dans l'autre («Pumpstation Seefeld») le fil de terre est relié à la conduite d'eau (1 Ω). Dans le sol (fig. 5) les câbles armés à trois conducteurs reposent sur une couche de sable. Ils sont protégés vers le haut par une couche de carton bitumé sur laquelle est coulée une couche de béton. Pour cette raison, la résistance de passage au sol des enveloppes métalliques du câble est relativement très forte. Dans les stations, ainsi qu'aux points de jonction, les conducteurs sont partout protégés par des coupe-circuit à fusibles de 150 A.

Dès que les pompiers se furent retirés, le câble d'amenée fut déterré pour voir s'il n'avait pas souffert. Sur le tronçon traversant la soute, le guipage de jute imprégnée était fortement usé, de sorte que l'armure devait toucher le tuyau de protection en plusieurs endroits. Comme il ne présentait aucun autre défaut, il fut immédiatement remis en place. Dans la suite, les organes des Services Industriels examinèrent

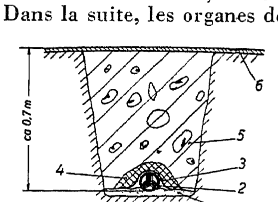


Fig. 5.

Schéma de la pose des câbles.

1 Couche de sable. *2* Câble. *3* Carton bitumé. *4* Béton. *5* Terrain. *6* Asphalte.

encore le réseau. Dans les deux stations «Feldschlössli» et «Pumpstation Seefeld», les parafoudres étaient percés, de sorte que la phase «rouge» était directement à la terre. En outre, on constata sur une autre phase un défaut d'isolement dans la boîte de dérivation du bâtiment vis-à-vis de celui en cause, défaut qui disparut après remplacement de la boîte. Au moment où l'incendie se déclara, il devait donc exister un double défaut dans le réseau. D'une part, la phase «rouge» était à la terre dans les deux stations et, d'autre part, une autre phase était en liaison directe avec l'enveloppe du câble, par conséquent aussi avec le tuyau de protection dans la soute à coke, le circuit étant fermé par le coke entre le tuyau de protection et la conduite d'eau (fig. 6). Par suite du passage de courant, le coke s'échauffa et, la hauteur du tas de coke formant obstacle à la dissipation de la chaleur produite, la température du coke augmenta jusqu'à développement des gaz ayant provoqué l'alarme. La surface de contact du coke avec la conduite d'eau étant plus faible que celle avec le tuyau de protection, le développement de chaleur devait se concentrer en premier lieu aux abords de cette

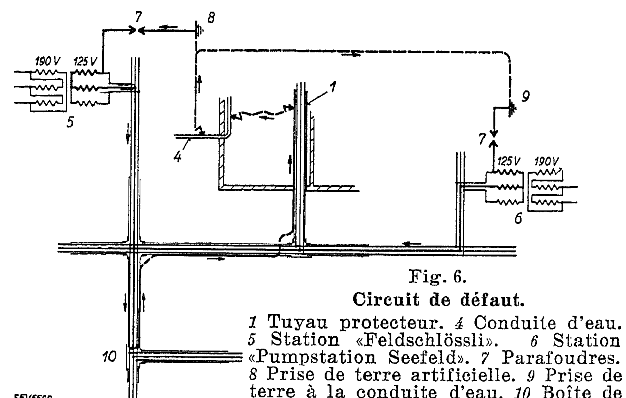


Fig. 6.

Circuit de défaut.

1 Tuyau protecteur. *4* Conduite d'eau. *5* Station «Feldschlössli». *6* Station «Pumpstation Seefeld». *7* Parafoudres. *8* Prise de terre artificielle. *9* Prise de terre à la conduite d'eau. *10* Boîte de raccordement défectueuse.

conduite. Fig. 7 prouve bien, que cela fut le cas, le mur en béton se désagrégeant en cet endroit, ce que l'on ne constate nulle part ailleurs. Au dire des témoins, c'est aussi là que les lueurs furent les plus intenses; le mur y était si chaud que des heures après on ne pouvait encore le toucher.

Lors de notre enquête, nous rétablîmes intégralement l'état défectueux du réseau, en réintroduisant dans les deux stations les parafoudres percés et en établissant dans la maison une liaison directe entre une des deux phases saines et l'armure du câble. Nous mesurâmes alors une tension de 125 V env. entre le tuyau de protection et la conduite d'eau, donc la pleine tension du réseau. Le tuyau de protection et la conduite d'eau étant reliés électriquement par du gros



Fig. 7.

Les conduites d'eau et de gaz.

Au-dessus de celles-ci la tache (claire) où le mur se désagrège.

fil, un courant de 120 A env. s'établit dans le circuit de défaut. Ensuite, nous fîmes entasser du coke pour former un pont entre les deux tuyaux. Sitôt le circuit fermé, des étincelles et lueurs se produisirent aux abords des tuyaux, le coke se mit à fumer et les personnes foulant le coke furent électrisées. La preuve était donnée que l'incendie était dû au double défaut mentionné plus haut.

L'intensité mesurée de 120 A correspond à peu près au courant maximum susceptible de circuler dans le circuit de défaut, la résistance du fil et de l'ampèremètre (quelques mΩ) étant négligeable par rapport à la résistance totale du circuit (env. 1 Ω). Le courant de défaut au moment de l'incendie ne peut plus être déterminé. Il n'a cependant pas dépassé 120 A. On peut facilement calculer quelles puissances ont dû entrer en jeu pour échauffer le coke. La puissance développée dans le coke est maximum, soit 3,9 kW, lorsque la résistance du coke est égale à celle du reste du circuit soit 1 Ω ce qui donne un courant de 62,5 A. Lorsque la résistance du coke est de 20 Ω, la puissance développée dans le coke est toujours encore 0,7 kW, le courant tombant à 6 A. Les lueurs perçues lors de l'incendie et aussi lors de l'essai font supposer que le courant a dû être supérieur à 6 A, de sorte qu'il faut admettre une puissance entre 0,7 et 3,9 kW. En tenant compte que l'état défectueux a pu durer plusieurs jours, et que la chaleur développée — correspondant à celle d'un radiateur moyen — est pour ainsi dire restée entièrement dans le tas de coke, on s'explique facilement ce qui s'est passé.

En considérant ce cas, on ne peut s'empêcher de se demander comment y parer. Pour la soute en question, c'est bien simple: déplacer le tuyau protecteur hors de la soute ou le relier par une solide connexion de section suffisante à la conduite d'eau. Cependant cela ne suffit pas pour prévenir d'une façon générale de tels cas. En outre, la première solution n'est pas satisfaisante au point de vue de la protection des personnes: la tension du réseau peut tout aussi bien s'établir, lors d'un défaut, entre le tuyau de protection et un autre objet métallique (conduite d'eau ou de gaz, tuyau d'évier, etc.) dans son voisinage. Il est intéressant de constater que, si la tension du réseau avait été deux fois plus élevée (250 V), le courant de défaut aurait aussi été doublé; d'autre part, à puissance égale les coupe-circuit n'auraient dû être dimensionnés que pour un courant deux fois moindre, de sorte qu'ils auraient probablement fonctionné et coupé le défaut avant que l'incendie ne se déclare. Toutefois cela ne suffirait pas pour assurer la protection des personnes, et, plus généralement lorsque le courant de défaut est trop faible pour faire fondre les fusibles.

Le seul moyen radical d'éviter de telles surprises est la mise à la terre par le neutre (neutrage) prévue par la nouvelle ordonnance fédérale, ou tout au moins la mise à la terre des points neutres des transformateurs dans les stations, prescriptions établies entre autre pour éviter des accidents de ce genre.

Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS (Mo.).

Les surtensions d'orages sur lignes mixtes.

Par *P. Yersin*, Cortaillod.

621.316.93

L'exposé qui suit est le compte-rendu concis d'une série d'essais de chocs effectués les 3 et 4 mars 1936 à Gösgen à l'aide des installations de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique de l'ASE, dans le but de mesurer les variations brusques de potentiel créees par les chocs, en divers points d'une ligne aérienne comportant, sur son parcours, des tronçons de câbles sous plomb insérés dans le circuit. Il donne un aperçu aussi clair et objectif que possible des résultats expérimentaux obtenus et fixe les conclusions d'ordre pratique qu'il est permis d'en tirer.

Der folgende Artikel ist ein Bericht über eine Reihe von Stossversuchen, die am 3. und 4. März 1936 in Gösgen mit der Versuchseinrichtung der Verwaltungskommission für den Kathodenstrahloszillographen des SEV ausgeführt wurden. Die Versuche bezweckten, die raschen Spannungsänderungen festzustellen, welche ein Stoss an den verschiedenen Stellen einer Freileitung mit zwischengeschalteten Bleikabel-Strecken erzeugt. Es wird ein möglichst präziser Ueberblick über die Versuchsresultate gegeben und es werden die Schlussfolgerungen formuliert, die daraus gezogen werden können.

Nous nommons ici «lignes mixtes» des lignes de transmission d'énergie électrique dont le parcours est en majeure partie aérien, mais comporte cependant des tronçons formés de câbles sous plomb. On sait qu'il est d'usage très courant, en effet, d'intercaler dans les lignes aériennes des tronçons de câbles sous plomb pour faciliter les traversées de voies ferrées ou la pénétration dans les postes de transformateurs.

L'étude analytique de la propagation sur ces lignes des ondes électromagnétiques d'origine atmosphérique montre nettement que l'action des câbles est plutôt bienfaisante [1]); toutefois, certains dérangements survenus précisément au point de jonction des lignes aériennes avec les câbles dans un réseau suisse important ont pu faire mettre en doute cette conclusion.

Il était donc utile de procéder à un contrôle expérimental des phénomènes sous les auspices de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique de l'ASE dont l'Office technique s'est, on le sait, spécialisé depuis plusieurs années dans ce domaine, sous la direction du Dr K. Berger.

Le câble sous plomb choisi pour les expériences est du type dit «à surfaces équipotentielles» à trois conducteurs de 80 mm², sous gaine de plomb unique, isolé pour une tension de service de 20 kV. La fig. 1 donne la section droite et les dimensions de ce câble; la fig. 2 représente le tambour portant les deux longueurs de 100 m chacune, soumises aux essais. Ces données correspondent à des cas pratiques fréquents. Chaque tronçon de câble de 100 m est équipé à l'une de ses extrémités d'une boîte de tête pour montage «extérieur» (en général côté jonction avec ligne aérienne) et à l'autre d'une boîte de tête pour montage «intérieur» (côté poste de transformateurs). Ce matériel, de type normal, sort des usines de la fabrique de câbles de Cortaillod.

Les essais ont eu lieu les 3 et 4 mars derniers à Gösgen, sur la base d'un programme préalablement établi par le Dr Berger en collaboration avec l'auteur de cette note.

On a utilisé dans ce but le générateur de chocs installé depuis quelques années déjà à Gösgen sur le territoire de la Société des Usines d'Olten-Aarburg. La description de ce générateur a été publiée, entre autres, dans le Bulletin de l'ASE 1935, N° 15, p. 325. Les oscillogrammes ont été enregistrés à

[1]) R. Mayor et A. Segal. La protection des installations à haute tension contre les surtensions par condensateurs et câbles. Rev. gén. Electr., 2 février 1933.

l'aide de l'oscillographe cathodique représenté fig. 13 de l'article mentionné.

Nous donnons ci-après, fig. 3 à 17, les principaux résultats obtenus, puis les conclusions qu'il est permis d'en tirer. Nous représentons sur chaque figure, à gauche en haut, le schéma de couplage élémentaire du programme de base et au-dessous de celui-ci le schéma expérimental réalisé. A droite se trouve la reproduction de l'oscillogramme correspondant. Sur le schéma expérimental, les losanges noirs représentent les têtes de câbles pour montage à l'extérieur, les losanges blancs les têtes pour montage à l'intérieur. Dans tous les essais reproduits ici, le conducteur du milieu est relié à la source, les deux autres sont reliés au manteau de plomb et au sol. Sur les figures, nous situons l'amont à gauche. Le signe ⦚ du schéma élémentaire désigne le point du circuit où se produit l'arc de contournement amené par le choc. Sur le schéma expérimental, ce point correspond à l'éclateur à sphères F. La lettre X du schéma élémentaire désigne la position de l'oscillographe cathodique; sur le schéma expérimental, ce dernier est en KO.

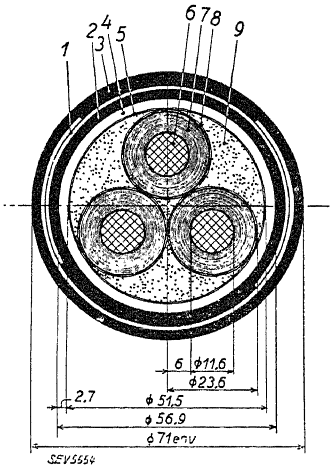


Fig. 1.
Section droite d'un câble 3×80 mm² H. 20 kV. Type C_1.

1 Armure: 2 feuillards 1 mm.
2, 3 Jute asphalté.
4 Plomb.
5 Toile métallisé.
6 Conducteur en cuivre.
7 Isolation en papier imprégné.
8 Papier métallisé.
9 Bourrage.

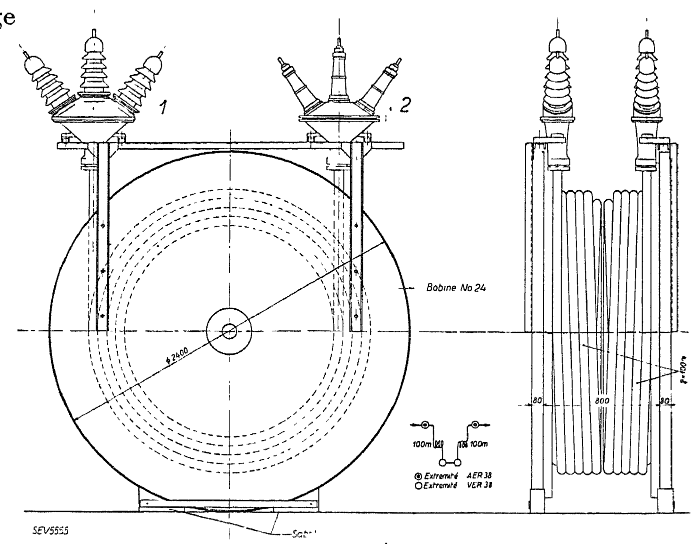


Fig. 2.
Eprouvettes pour essais de choc.
1 Deux extrémités AER 38 avec isolateurs SM 20.
2 Deux extrémités VER 38 avec isolateurs 5/40.

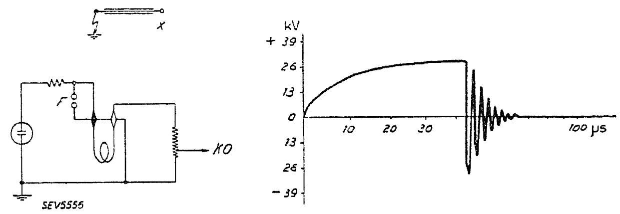


Fig. 3.
Oscillation propre de 100 m de câble.

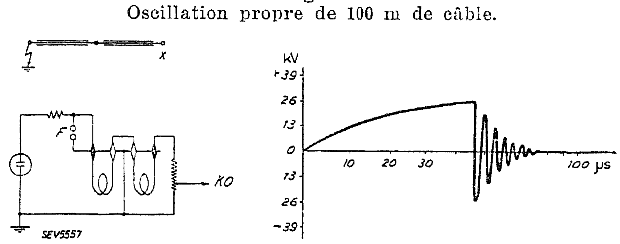


Fig. 4.
Oscillation propre de 200 m de câble.

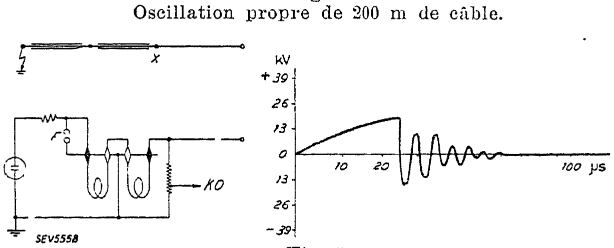


Fig. 5.
Oscillation de 200 m de câble relié à 900 m de ligne aérienne.

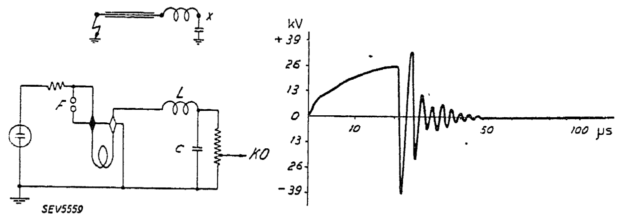


Fig. 6.
Oscillation aux bornes d'une petite capacité $C \cong 5 \cdot 10^{-10}$ F (représentant un petit poste de transformateurs) en série avec une self, $L = 0{,}6$ m H, branchée à l'extrémité de 100 m de câble.

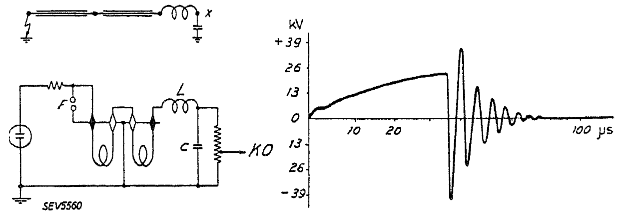


Fig. 7.
Comme fig. 6, mais avec 200 m de câble.

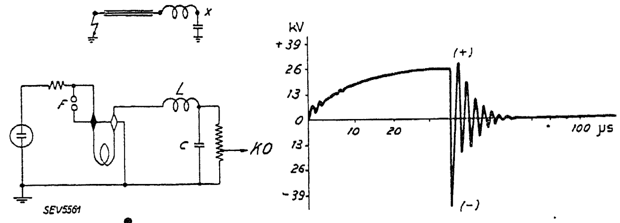


Fig. 8.
Comme fig. 6, mais avec capacité $C = 5 \cdot 10^{-10}$F et self. $L = 0{,}06$ m H.

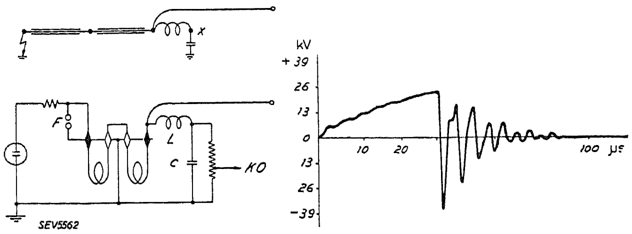


Fig. 9.
Comme fig. 7, mais avec ligne aérienne de 900 m branchée à l'extrémité de 200 m de câble.

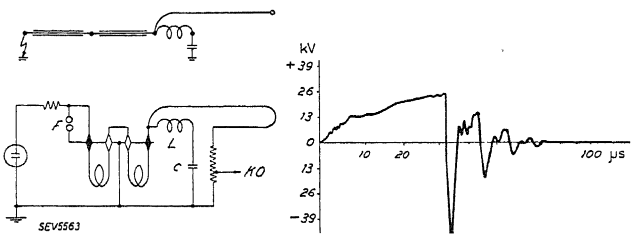


Fig. 10.
Comme fig. 9, mais avec KO branché à l'extrémité de la ligne aérienne de 900 m.

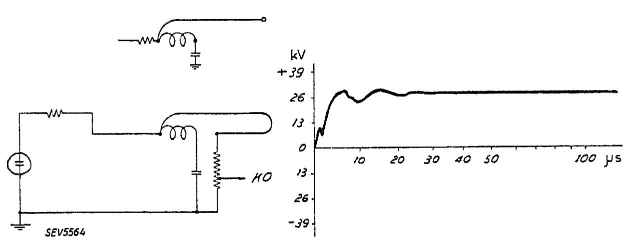


Fig. 11.
Comme fig. 10, mais sans câble.

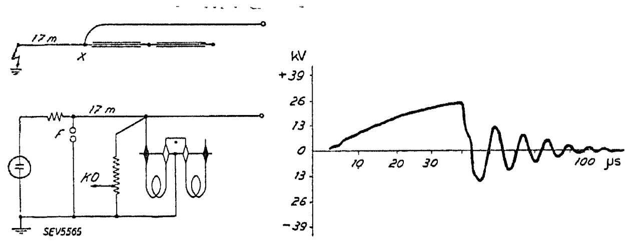


Fig. 12.
Tension à l'entrée de 200 m de câble, l'arc de contournement se produisant à 17 m en amont de celle-ci.

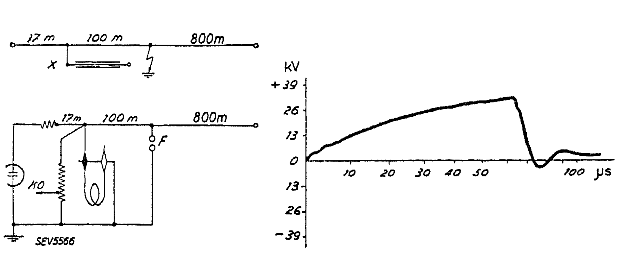


Fig. 13.
Tension à l'entrée de 100 m de câble, l'arc de contournement se produisant sur la ligne aérienne à 100 m de l'entrée du câble.

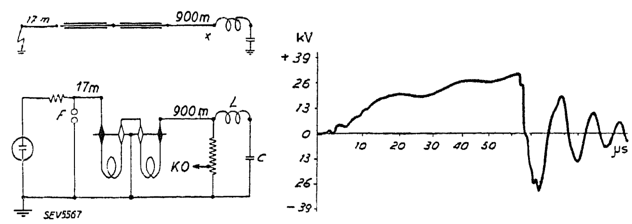


Fig. 14.
Arc de contournement à 17 m en amont de l'entrée du câble. Tension à l'extrémité d'une ligne aérienne de 900 m branchée à l'aval; self $L = 0{,}6$ m H et $C = 4 \cdot 10^{-9}$ F.

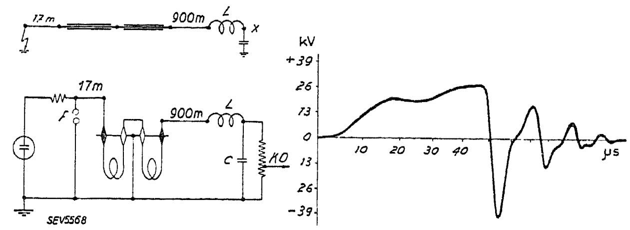


Fig. 15.
Comme fig. 14, mais tension aux bornes de $C = 4 \cdot 10^{-9}$ F.

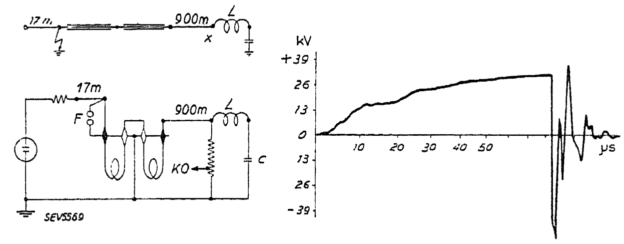


Fig. 16.
Comme fig. 21, mais arc de contournement à l'entrée du câble et tension mesurée en amont de la self de 0,06 m H; $C = 5 \cdot 10^{-10}$F.

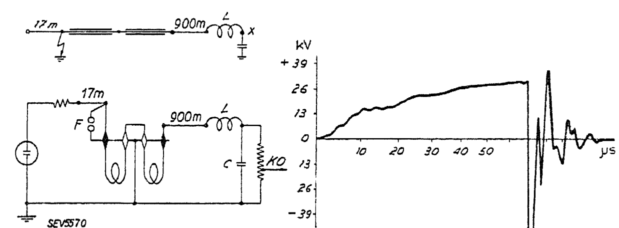


Fig. 17.
Comme fig. 23, mais la tension mesurée en aval de la self.

Conclusions.

a) L'oscillation propre du câble seul (fig. 3 et 4) ou avec ligne aérienne de 900 m (fig. 5 et 6) est très rapidement amortie. Le caractère rectangulaire de l'onde de décharge apparaît nettement avec le câble de 200 m (fig. 4).

b) On constate que dans tous les cas où une self se trouve insérée dans le circuit, celle-ci a pour effet des surtensions dès l'instant où l'arc de contournement s'établit (fig. 6 et suivantes).

En aval d'une self branchée à l'extrémité du câble côté poste de transformateurs, la surtension est plus forte qu'en amont de celle-ci (côté câble). Le câble et la self agissent ensemble comme exci-

tateur de surtensions, en ce sens que, lors d'un amorçage sur la tête de câble, d'autres amorçages peuvent en résulter en aval de la self (fig. 6 à 8). On constate sur ces figures que la crête de tension de la première demi-période négative (—) est plus élevée que la crête de tension antérieure positive (+) ayant donné lieu au premier contournement en F. Il en résulte que, dans le cas d'un niveau d'isolement uniforme du circuit, ce fait peut provoquer des contournements en d'autres points de ce dernier.

c) La position sur la ligne aérienne de l'arc de contournement à 17 ou 100 m du câble, a pour conséquence un amortissement énergique du front de l'onde de décharge (comparer fig. 12 et 13 aux fig. 3 et 4). Il suit de là qu'une surtension est d'autant moins à craindre que l'arc de contournement qui en résulte est plus éloigné de la tête de câble. Il est donc recommandable de choisir pour les têtes de câbles des isolateurs présentant un degré de sécurité plus élevé que celui des isolateurs de la ligne aérienne.

d) La correction de la raideur du front de l'onde de choc par le câble ressort nettement de la comparaison des fig. 3 à 10 et 12 à 17 à la fig. 11. Plus le câble est long, moins le front est raide. La durée de l'élévation du potentiel par choc peut ainsi être augmentée à volonté à l'aide d'un câble assez long pour que la surtension, plus brève, ne puisse causer un contournement.

e) Le câble de 100 m de longueur a une fréquence propre d'env. 300 kHz.

Le câble de 200 m de longueur a une fréquence propre d'env. 150 kHz.

Cet ordre de grandeur de fréquences correspond en particulier aux fréquences propres de postes de transformateurs des expériences fig. 8 et 14. Celles-ci ont, en effet, les valeurs limites ci-après:

$$f_{max} = \frac{1}{2\,\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\,\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{6\cdot 10^{-5}\cdot 5\cdot 10^{-10}}} = 920 \text{ kHz}$$

$$f_{min} = \frac{1}{2\,\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{6\cdot 10^{-4}\cdot 4\cdot 10^{-9}}} = 102 \text{ kHz}$$

Ainsi s'expliquent les surélévations de tensions mentionnées sous b, dont le danger pratique est évident.

L'emploi de bobines de self dans les postes de transformateurs (ou de couplage) auxquels on aboutit par l'intermédiaire de câbles, présente par conséquent des inconvénients. Les expériences ci-dessus montrent que ces inconvénients disparaissent en éliminant les bobines de self.

On peut encore observer sur les figures le rôle joué par les lignes aériennes «courtes» branchées en aval de tronçons de câbles. La fig. 10, par exemple, signale, en effet, une crête de tension négative plus élevée que fig. 9. Le phénomène s'explique par la double réflexion de l'onde de décharge, à l'extrémité du câble d'abord, puis à l'extrémité ouverte de la ligne aérienne. Ceci confirme la conclusion formulée plus haut relativement aux isolateurs des têtes de câbles.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Bericht über die Versammlung der Groupe d'Experts du Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR) in London.

621.396.82

Die schon im letzten Herbst in Aussicht genommene Frühjahrssitzung der Groupe d'Experts des CISPR wurde vom 19. bis 22. Mai 1936 in London abgehalten [1]). Zur Beratung standen hauptsächlich die folgenden Probleme:

1. Abklärung der Differenzen zwischen den Messwerten des von England, Frankreich und der Schweiz (PTT und SEV) durchgemessenen Vergleichsstörers.
2. Vergleich und Vereinigung der in verschiedenen Ländern ausgeführten Störungsmessungen.
3. Festsetzung eines absoluten Grenzwertes für die Störspannung.

Bei der Untersuchung des Vergleichsstörers der bis zu dieser Sitzung von allen beteiligten Ländern hätte durchgemessen werden sollen, hatten sich leider aus Zoll- und andern Schwierigkeiten Verzögerungen eingestellt, so dass an der Sitzung bloss die Messresultate der erwähnten drei Länder vorlagen. Die Messwerte konnten anhand eines Diagrammes, das eine vergleichsweise Zusammenstellung enthielt und das den Delegierten als Beilage zu einem vom Präsidenten, Herrn Braillard, Brüssel, verfassten «Rapport preliminaire» zugestellt worden war, verglichen werden. Daraus war zu entnehmen, dass die gemessenen Störspannungen noch sehr stark voneinander abweichen. Entsprechend der in früheren Sitzungen ausgearbeiteten genauen Definition der Messapparatur und der Messmethodik wäre eine ziemlich gute Uebereinstimmung der Messungen zu erwarten gewesen. Das Auftreten grösserer Unterschiede zeigte, dass die Messung noch gewisse Schwierigkeiten in sich birgt, die zuerst abgeklärt werden müssen, da es keinen Zweck hat, darüber zu diskutieren, ob die Störungsgrenze bei 0,5 oder 1 mV angesetzt werden soll, solange die an ein und demselben Störer in verschiedenen Ländern gemessenen Spannungen noch um 1 : 10 differieren. Die Aufgabe: Klärung der Unterschiede bei den Messungen und Ableitung neuer Empfehlungen zu deren Verminderung wurde einem Subkomitee übertragen, in welchem in erster Linie die Delegierten vertreten waren, die die Messungen selbst durchgeführt hatten. Zwar gelang es diesem Subkomitee nicht, die Ursachen für diese Unterschiede restlos abzuklären, da für deren Auftreten verschiedene Faktoren massgebend sind, die nicht speziell registriert wurden und die nur an der Messapparatur selbst ermittelt werden können. Indessen wurden durch die Diskussionen doch verschiedene schwache Punkte zutage gefördert, die einer genauen Definition bedürfen. So wurde für die Netzdrosselspulen zum Netzwerk eine minimale Impedanz von 1000 Ohm als wünschenswert erkannt. Eine bestimmte minimale Induktivität konnte nicht festgelegt werden, da die Praxis erst zeigen muss, ob es möglich ist, Drosselspulen von der nötigen Induktivität für Starkstrom herzustellen, die bei höheren Frequenzen keine störende Resonanzlage besitzen.

[1]) Das Comité Electrotechnique Suisse (CES) war vertreten durch die Herren Dr. *W. Gerber*, PTT, Bern und Dr. *M. Dick*, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich.

Eine grössere Abweichung zwischen den tatsächlich auftretenden und den gemessenen Störungen kann nach belgischen Untersuchungen bei den unsymmetrischen Spannungen auftreten, weil bei deren Messung im Gegensatz zur Wirklichkeit die symmetrische Spannung kurzgeschlossen wird. Um diesen Unterschied zu vermeiden, empfehlen die Delegierten nach eingehender Diskussion, das Netzwerk so abzuändern, dass die unsymmetrische Spannung zwischen dem Erdungspunkt und dem Mittelpunkt des symmetrischen Widerstandes (200 Ohm) gemessen wird. Die symmetrische Spannung braucht dann nicht mehr kurzgeschlossen zu werden und die gemessene unsymmetrische Spannung ist gleich der massgebenden mittleren Spannung zwischen den beiden, zwischen Erde und den Leitern auftretenden unsymmetrischen Spannungen.

Im weiteren wurde noch auf die Frage eingegangen, ob bei nicht geerdeten Geräten die unsymmetrische Spannung gegen Erde oder Gehäuse gemessen werden soll. Die Messung gegen Erde hat den Nachteil, dass mit der umfangreichen CISPR-Aufstellung (Apparat 40 cm über einem Bodenblech von 2×2 m) gearbeitet werden muss und dass die allgemeinen Störungen durch die Antennenwirkung des Apparates das Resultat beeinflussen können. Wenn die Spannungswerte mit Hilfe eines Umrechnungsfaktors aus den Messungen gegen Gehäuse (also bei 150 Ohm Belastung) errechnet werden können, so kann damit die Messung sehr vereinfacht werden. Einige beim SEV durchgeführte Untersuchungen zeigen nun, dass dieser Faktor sehr verschiedene Grössen annehmen kann. Dies rührt daher, dass nach der CISPR-Aufstellung ähnlich wie in der Wirklichkeit der unsymmetrische Generator im wesentlichen nur durch die Kapazität des Apparategehäuses gegen Erde belastet wird, während bei der Messung gegen Gehäuse der Netzwerkwiderstand von 150 Ohm angeschlossen wird. Im ersten Fall läuft der Generator praktisch im Leerlauf und erzeugt die Leerlaufspannung, wogegen im zweiten Fall die Spannung unter der Belastung von 150 Ohm je nach dem Innenwiderstand verschieden stark zusammensinkt. Da der Innenwiderstand bei verschiedenen Apparaten verschieden gross ist und namentlich durch die angewendeten Störschutzmittel stark beeinflusst wird, so variiert die Spannungsverminderung, von der der Umrechnungsfaktor abhängig ist, innert sehr grosser Grenzen. Es ist somit unmöglich die tatsächlich auftretenden unsymmetrischen Störungen aus der Messung gegen das Gehäuse in einfacher Weise zu bestimmen.

Der weitere Vorschlag zur Vereinfachung der Messung, nach dem die Gehäusekapazität durch eine feste Kapazität zu ersetzen wäre, kann ebenfalls nicht befriedigen, weil mit dieser Kapazität die wirkliche Gehäusekapazität zu wenig berücksichtigt wird und weil auch diese Messanordnung auf äussere Störungen ebenso empfindlich ist wie die Messung nach der CISPR-Aufstellung.

Nachdem das Subkomitee seine Aufgabe erfüllt hatte, wurden die unter 2 und 3 genannten Probleme im gesamten Komitee zusammenhängend behandelt. Die Vereinigung der in den verschiedenen Ländern an verschiedenen Störern gemessenen Störungen begegnete zwar auch hier denselben Schwierigkeiten wie die Abklärung der Differenzen bei den Nennwerten des Vergleichsstörers; indessen war bei den Grenzwerten, die von den Delegierten der verschiedenen Länder für die zulässige Störung vorgeschlagen wurden, gegenüber der letzten Sitzung eine gewisse Annäherung zu verzeichnen. Es wurden folgende Werte vorgeschlagen:

Land	Gehäuse isoliert		Gehäuse geerdet	
	150-500 kHz	500-1500 kHz	150-500 kHz	500-1500 kHz
Deutschland .	2000	1000	?	?
Belgien . . .	1000-2000	500-1000	?	?
Frankreich . .	2000	1000	?	?
Grossbritannien	200	200	200	200
Italien	1000	500	1000	500
Japan	?	?	?	?
Holland . . .	?	?	?	?
Schweiz . . .	2000	1000	2000	1000
Tschechoslowakei .	?	1000	?	1000

Die weitere Diskussion zeigte, dass gewisse Unterschiede auf die ungenügende Abgrenzung des Geltungsbereiches dieser Grenzen zurückzuführen waren. Es wurde deshalb folgende Unterteilung angenommen:

Kategorie A: Maschinen und elektrische Apparate mit einer Leistung kleiner als 500 W; Kategorie B: Maschinen und elektrische Apparate mit einer Leistung zwischen 500 W und 10 kW, und Kategorie C: Maschinen und elektrische Apparate mit einer Leistung grösser als 10 kW. Die Kategorie A wurde nochmals unterteilt in 1. Nicht geerdete Apparate und Maschinen, 2. Geerdete Apparate und Maschinen. Die Vereinigung der verschiedenen Grenzwerte zu einer einzigen für alle Länder annehmbaren Grenze war nicht ohne heftige Diskussionen zu erreichen, doch schliesslich gelang es, für die Kategorie A 1 unter gewissen Reserven seitens Deutschlands und Frankreichs die folgende Begrenzung anzunehmen.

	150-500 kHz	500-1500 kHz
Anwendbar unmittelbar nach Ratifikation durch die CEI	1000	500
Im Prinzip zwei Jahre nach Ratifikation durch die CEI anwendbar	500	200

Zur Kategorie A 2 äusserten sich mehrere Delegierte dahingehend, dass sie die genannten Grenzen auch hierfür annehmen können; indessen konnte doch noch keine bindende Vereinbarung getroffen werden, da über die geerdeten Maschinen und Apparate noch zu wenig Untersuchungsmaterial vorliegt. Als Grenzwerte für die übrigen Kategorien vollends konnte noch gar nichts festgelegt werden, da mit solchen Maschinen und Apparaten nur vereinzelte Untersuchungen durchgeführt wurden.

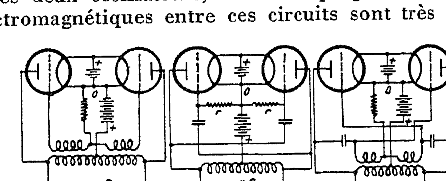
Die für die Kategorie A 1 angenommenen Werte sind zunächst als Vorschlag des Expertenkomitees des CISPR zu betrachten und bedürfen, um allgemeine Gültigkeit zu erlangen, noch der Genehmigung der Plenarversammlung des CISPR, welche im Herbst in Brüssel stattfinden wird. Bis dahin sollen in den verschiedenen Ländern weitere Untersuchungen an Maschinen und Apparaten der übrigen Kategorien unternommen werden. Bis dann wird ebenfalls der Vergleichsstörer in den übrigen Ländern durchgemessen sein, so dass diese Vergleichsversuche abgeschlossen werden können. Schliesslich wurde auch eine Fortsetzung der direkten Vergleiche der Störmessapparaturen (ein solcher wurde schon zwischen der deutschen und der englischen Apparatur durchgeführt) in Aussicht genommen. *M. Dick.*

Oscillateurs symétriques et multivibrateur.

621.396.615.1

Les oscillateurs symétriques.

Un oscillateur symétrique peut être considéré théoriquement comme constitué par deux oscillateurs identiques qui sont symétriquement disposés. Les circuits de ces oscillateurs sont couplés et se comportent comme des circuits couplés. En pratique, la plupart des éléments sont communs aux circuits des deux oscillateurs, et les couplages électrostatiques ou électromagnétiques entre ces circuits sont très serrés. Il



a b c

Fig. 1.
Oscillateurs symétriques (circuit oscillant entre les plaques).
a Réaction magnétique. *b* Réaction électrique.
c Réaction mixte.

en résulte que le système ne peut osciller que sur une seule fréquence au lieu de deux. Les deux lampes fonctionnent alors en opposition de phase.

Les montages de tels oscillateurs sont nombreux:

a) Le circuit oscillant est placé entre les deux plaques, et la réaction peut être magnétique, électrique ou mixte (fig. 1).

b) Le circuit oscillant se trouve entre les deux grilles.

c) Le circuit oscillant est placé à la fois dans les circuits de plaques et de grilles.

d) Enfin, on peut avoir des systèmes plus complexes, avec deux circuits oscillants par exemple, entre les plaques et les grilles.

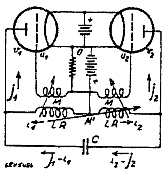


Fig. 2. Réaction magnétique.

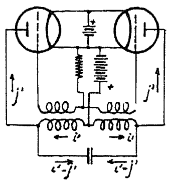


Fig. 3. Fonctionnement en parallèle.

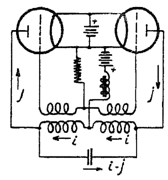


Fig. 4. Fonctionnement en opposition.

Tous ces oscillateurs peuvent en général être étudiés comme les oscillateurs à lampe unique. M. Mercier, auteur de l'étude dont voici le compte-rendu, en donne deux exemples:

Oscillateur symétrique à réaction magnétique, avec circuit oscillant entre les plaques (fig. 2). Chacune des inductances est supposée divisée en deux moitiés, et M' est l'induction mutuelle entre les deux parties de la bobine du circuit oscillant. Le courant de grille est négligé. Avec les notations habituelles, indiquées sur la figure, on a immédiatement:

$$v_1 = -R i_1 - L \frac{d i_1}{d t} + M' \frac{d i_2}{d t} \qquad v_2 = -R i_2 - L \frac{d i_2}{d t} + M' \frac{d i_1}{d t}$$

$$u_1 = -M \frac{d i_1}{d t} \qquad u_2 = -M \frac{d i_2}{d t}$$

$$j_1 - i_1 = i_2 - j_2 = -C \frac{d}{d t}(v_1 - v_2)$$

$$\varrho j_1 = v_1 + k u_1 \qquad \varrho j_2 = v_2 + k u_2$$

Ces relations conduisent à deux équations différentielles indépendantes en $i_1 + i_2 = 2 i'$ et $i_1 - i_2 = 2 i$. Lorsque le courant $2 i' = A \cdot e^{-\frac{\varrho + R}{L + kM - M'} \cdot t} = j_1 + j_2$ existe seul, les lampes fonctionnent *en parallèle*, c'est-à-dire *en phase*, chacune pour son propre compte. Le courant dans les plaques ne pouvant rester ni à sa valeur nulle, ni à sa valeur de saturation, on obtient des oscillations de saturation. La batterie de plaque débite un courant $2 j_0 + 2 i'$. Ce fonctionnement ne présentant pas d'intérêt, on peut l'empêcher en intercalant une bobine d'arrêt sur l'amenée de la tension plaque pour barrer le passage au courant i' de haute fréquence (fig. 3 et 4). Si $i' = 0$, la résolution de l'équation différentielle en i donne les caractéristiques du fonctionnement de l'oscillateur *en opposition*. La pulsation entretenue est égale à la pulsation propre du circuit oscillant $\omega^2 = \frac{1}{2(L + M')C}$ et la condition d'entretien s'écrit: $R + \frac{L + M' + kM}{2 \varrho C} < 0$, condition peu différente de celle qu'on obtient dans un oscillateur à une seule lampe.

L'auteur étudie de même un *oscillateur symétrique à couplage mixte* où la réaction se produit par induction et par capacité (fig. 5). Il trouve de la même façon la pulsation $\omega^2 = \frac{1}{LC}\left[1 + \frac{R}{2\varrho}\left(1 - \frac{k}{n}\right)\right]$ et la limite d'entretien $R + \frac{L}{2 \varrho C}\left(1 - \frac{k}{n}\right) < 0 \cdot \frac{1}{n}$ est la fraction des tensions alternatives de plaque transmises aux grilles par les condensateurs C_1, $\left(u_2 = \frac{v_1}{n};\; u_1 = \frac{v_2}{n}\right)$.

Le multivibrateur [1]).

Le multivibrateur est également un montage symétrique, mais dans lequel les circuits sont apériodiques. Il peut être le siège d'oscillations qui sont en même temps de saturation et de relaxation. Chacun des circuits identiques comprend deux résistances R et r en série avec un condensateur C. La self-induction L est très faible (fig. 6). L'ensemble forme un amplificateur à deux lampes fermé sur lui-même. Le montage est tel que la moindre perturbation tend à s'amplifier et qu'un régime de courants constants ne peut s'établir. L'auteur rappelle le raisonnement de MM. Abraham et Bloch: «Si, à un instant donné, le courant dans le circuit de plaque P_1 de la première lampe augmente, à cause de la chute ohmique le long de R_1 le potentiel de la plaque P_1 diminue et le condensateur C_1 se décharge. Il en résulte une baisse de potentiel de la grille G_2 de la deuxième lampe. Cette baisse entraîne une diminution du courant de plaque et, par suite de la diminution de la chute de tension le long de R_2, une augmentation de potentiel de la plaque P_2. Le condensateur C_2 se charge, d'où augmentation de potentiel de G_1, augmentation de courant dans le circuit de P_1, etc.»

Le courant dans P_1 croît ainsi jusqu'à la saturation tandis que le courant dans la seconde lampe s'annule. Mais cet état qui ne correspond pas aux conditions statiques ne peut subsister. Une variation de courant en sens inverse se produit dans la première lampe et c'est la seconde lampe qui se sature. Le phénomène devient périodique.

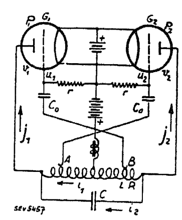


Fig. 5.

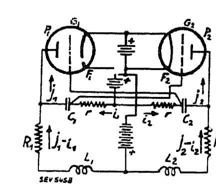


Fig. 6.

L'auteur effectue ensuite l'étude mathématique détaillée des différentes possibilités de fonctionnement du multivibrateur en supposant toujours que le courant de grille est nul.

Etude générale. On ne considère que les variations des courants et des tensions à partir des points de fonctionnement statiques j_0, u_0, v_0. Il vient:

$$u_1 = -r i_2$$

$$v_1 = r i_1 - \frac{1}{C}\int i_1 \, d t$$

$$v_1 = -R(j_1 - i_1) - L \frac{d}{d t}(j_1 - i_1)$$

$$u_2 = -r i_1$$

$$v_2 = -r i_2 - \frac{1}{C}\int i_2 \, d t$$

$$v_2 = -R(j_2 - i_2) - L \frac{d}{d t}(j_2 - i_2)$$

$$\varrho j_1 = v_1 + k u_1$$

$$\varrho j_2 = v_2 + k u_2$$

En posant de nouveau $i_1 + i_2 = 2 i'$ et $i_1 - i_2 = 2 i$, ce système d'équations peut conduire soit à une équation différentielle du second ordre en i', soit à une même équation en i. La solution de la première correspond à un *fonctionnement en parallèle* des deux lampes, avec régime amorti. Elle n'est pas intéressante.

La seconde équation différentielle en i est:

$$L\left[(k-1)\frac{r}{\varrho} - 1\right]\frac{d^2 i}{d t^2} + \left[(k-1)\frac{rR}{\varrho} - \frac{L}{C\varrho} - R - r\right] \cdot \frac{d i}{d t} - \frac{1}{C}\left(1 + \frac{R}{\varrho}\right) i = 0.$$

[1]) Voir aussi: F. Tank und K. Graf, Helv. phys. acta t. 1 (1928), p. 515.

Les deux racines de l'équation caractéristique sont réelles lorsque $(k-1)\,r-\varrho>0$; c'est la condition d'amorçage du *fonctionnement symétrique*. Les lampes sont constamment *en opposition* et le courant débité par la batterie est constant. Toute perturbation initiale croît jusqu'à ce que la saturation d'une des lampes soit atteinte. La résistance intérieure ϱ des lampes prend alors une valeur infinie, et les racines de l'équation caractéristique deviennent toutes deux négatives. Le système devient amorti.

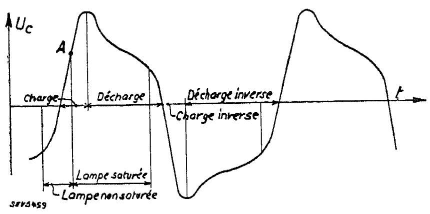


Fig. 7.

Pour étudier le mécanisme complet de la formation d'une oscillation périodique, l'auteur considère ensuite la valeur de la tension aux bornes des deux condensateurs C. Il exprime analytiquement les différentes valeurs que peut prendre cette tension dans les diverses phases de la charge et de la décharge. L'analyse des phénomènes comporte la résolution d'un système de dix équations à dix inconnues. Les courbes représentatives de toutes les grandeurs périodiques qui entrent en jeu sont analogues à celles de la figure 7 qui donne les variations de la tension U_c aux bornes des condensateurs C en fonction du temps.

On peut montrer que la *période* croît avec la valeur des résistances R et r. En utilisant des résistances de quelques mégohms la durée d'une période atteint la minute. Avec des lampes ordinaires ($\varrho = 25\,000$, $k = 10$), on obtient par exemple une fréquence de 1000 périodes par seconde pour $C = 7\ \mu F$, $R = 50\,000$ ohms et $r = 75\,000$ ohms.

L'expérience montre que *l'amplitude* des oscillations est d'autant plus élevée, à fréquence constante, que r est plus élevé et R plus faible.

Comme tout oscillateur, le multivibrateur est susceptible d'être mis en synchronisme avec un oscillateur extérieur. La synchronisation peut s'effectuer sur une bande de fréquence assez étendue car la fréquence propre du multivibrateur est facilement modifiée par une influence extérieure. De plus, n étant un nombre entier, le dispositif peut être synchronisé sur les fréquences $n \cdot f$ et $\frac{f}{n}$.

Il semble que le multivibrateur résout d'une façon simple le problème de la démultiplication des fréquences. — (J. Mercier, Onde électr., mai 1934, p. 197.) *G. J.*

Wirtschaftliche Mitteilungen.
Communications de nature économique.

Gesuch um Erneuerung der Energieausfuhrbewilligung.

Der Elektrizitätswerk *Olten-Aarburg A.-G.* in Olten ist gemäss Bewilligung Nr. 63, vom 23. April 1923, bis 31. Dezember 1936 gestattet, elektrische Energie mit einer Leistung von maximal 28 000 kW nach Frankreich, an die Gesellschaften «Compagnie Lorraine d'Electricité S. A.» in Nancy, «Société des Houillères de Ronchamp S. A.» in Ronchamp und, für die Versorgung ab Waldighofen des Sektors der Forces Electriques Sundgoviennes, an die Forces Motrices du Haut-Rhin S. A., Mülhausen, auszuführen.

Die Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A.-G. hat Ende Juni 1936 die «Officine Elettriche Ticinesi S. A.», Bodio, in sich aufgenommen und bei diesem Anlass ihre Firma in «Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität», Olten, umgewandelt. Diese Gesellschaft stellt nun das Gesuch um Erneuerung der Bewilligung für die Zeit vom 1. Januar 1937 bis 15. März 1945, d. h. für die restliche Dauer der bestehenden Verträge

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Juillet 1935	Juillet 1936
1.	Importations . .	en 10^6 frs	110,1	95,3
	(janvier-juillet) . .	en 10^6 frs	(732,2)	(637,2)
	Exportations . . .	en 10^6 frs	62,2	66,5
	(janvier-juillet) . .	en 10^6 frs	(464,3)	(462,7)
2.	Marché du travail: demandes de places		63 497	78 948
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	128	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	90	93
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)	38 (76)	37,4 (75)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	5,83 (119)	5,87 (120)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .		507	198
	(janvier-juillet)		(3348)	(1716)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2,5	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1281	1292
	Autres engagements à vue	10^6 frs	307	353
	Encaisse or et devises	10^6 frs	1300	1444
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %		81,91	87,77
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		94	94
	Actions		103	110
	Actions industrielles . . .		171	177
8.	Faillites		88	85
	(janvier-juillet)		(552)	(612)
	Concordats		43	37
	(janvier-juillet)		(234)	(261)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		37,5	32,8
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 1^er trimestre 1935	Pour le 1^er trimestre 1936
	Marchandises	en 1000 frs	39 082	25 003
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(176 518)	—
	Voyageurs	en 1000 frs	26 963	25 921
	(janvier-décembre)	en 1000 frs	(126 047)	—

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Août	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	42/15/0	41/2/6	35/15/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	184/15/0	193/0/0	234/0/0
Zinc	Lst./1016 kg	13/8/9	13/8/9	14/3/9
Plomb	Lst./1016 kg	16/13/9	15/7/6	15/10/0
Fers profilés . . .	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	34.20	34.20	35.70
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	32.—	32.—	29.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	50.—	50.—	51.—
Briquettes (Union) .	fr. s./t	35.25	35.25	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	78.—	78.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	128.50
Caoutchouc brut . .	d/lb	$7\,^{5}/_{8}$	$7\,^{13}/_{16}$	$5\,^{14}/_{16}$

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

zur Belieferung der genannten französischen Unternehmungen. Die zur Ausfuhr bewilligte Leistung soll von 28 000 auf maximal 30 000 kW erhöht werden.

Die Lieferung ist sowohl im Winter- wie im Sommerhalbjahr einschränkbar.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind beim Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft bis spätestens den 12. September 1936 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Elektrizitätsbedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkt anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Elektrizitätsbedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Die elektrische Küche an der Olympiade.

621.364.5 : 643.3.024

Im Olympischen Dorf in Döberitz bei Berlin wurde elektrisch gekocht. Das Wirtschaftsgebäude war mit 40 Küchen ausgestattet, die zusammen einen Anschlusswert von rd. 2300 kW hatten. Auch das Verwaltungsgebäude verfügte über eine elektrische Küche für das Personal mit 55 kW, das Hauptrestaurant über eine Küche mit rd. 85 kW Anschlusswert. Fünf Kochkessel von zusammen 700 l sowie die Wärmeschränke und Wärmetische wurden mit Dampf beheizt. Auf Gasanschluss wurde verzichtet.

Zur Unterbringung der zahlreichen Kraft-durch-Freude-Fahrer, welche die Olympischen Spiele besuchten, war auf dem Messegelände der Stadt Berlin von der NSG «Kraft durch Freude» das «KdF-Dorf» errichtet worden. Auch hier wurde elektrisch gekocht. In sechs Hallen waren fünf Grossküchen mit einem Gesamtanschlusswert von 750 kW eingerichtet, aus denen täglich 15 000 Menschen verpflegt wurden. Nach Beendigung der Spiele treten nun diese elektrischen Küchen ihre Reise zum Parteitag an, um schliesslich im KdF-Bad auf Rügen ihren Standort zu finden.

Im Reichssportfeld befinden sich zwei elektrische Küchen mit zusammen 105 kW Anschlusswert. — (Elektrizitätswirtschaft 15. Juli 1936, S. 517.)

Steigende Elektrizitätserzeugung in Oesterreich.

31 : 621.311 (436)

Man schreibt uns aus Wien: Im Jahre 1935 wurden in Oesterreich 2465 Millionen kWh erzeugt, gegen 2336,4 Millionen im Jahre 1934, 2272,1 Millionen 1933 und gegen 2183,2 Millionen 1932. Nachdem von 1929 bis 1932 in der Elektrizitätsproduktion ein zehnprozentiger Rückgang zu verzeichnen war, trat bereits im Jahre 1932, das sonst in fast allen Zweigen der Wirtschaft den Tiefpunkt brachte, eine Steigerung der Produktion um 4 % ein. Die Besserung belief sich von 1932 bis 1934 auf rund 7 %; das Jahr 1935 brachte eine weitere Zunahme um 5,5 %. Im laufenden Jahre ist namentlich bei einzelnen Wasserkraftwerken eine weitere Besserung feststellbar, die da und dort über 5 % hinausgeht.

Die vorjährige Steigerung der Erzeugung ist zum Teil auf die relativ günstigen Wasserverhältnisse der Wasserkraftwerke zurückzuführen. Der Zunahme der Erzeugung steht aber keineswegs eine Steigerung des wertmässigen Absatzes gegenüber. Die Absatzvergrösserung konnte vielmehr hauptsächlich durch weitgehendes Entgegenkommen im Preis erzielt werden. Die gebesserte industrielle Konjunktur machte in einigen Produktionszweigen, z. B. in der Eisen- und Lebensmittelindustrie, erhöhte Elektrizitätslieferungen möglich; in andern Zweigen, wie in der Papier- und Textilindustrie, hingegen waren die Bezüge eher rückgängig. Eine bedeutsame Rolle in der Zunahme der Erzeugung spielt der erhöhte Absatz für Haushaltzwecke, wie überhaupt eine Steigerung in der Abgabe an Gewerbe und Kleinverbraucher zu verzeichnen war. Gerade diese Absatzsteigerungen konnten aber in der Hauptsache nur durch bedeutende Preisbegünstigungen erreicht werden.

Im Jahre 1935 wurden rund 352 Millionen kWh (gegen 314,4 Millionen im Jahre 1934, 302 Millionen 1933 und 256,8 Millionen 1932) exportiert. Seit dem Jahre 1932 ist somit eine Steigerung des Exports um 37,5 % festzustellen. Das Jahr 1935 allein brachte eine Zunahme um 12½ %. Auch hier dürfte die wertmässige Zunahme hinter der mengenmässigen Steigerung zurückbleiben. *H. R.*

Miscellanea.

10. Schweiz. Radio-Ausstellung in Zürich vom 4. bis 8. September 1936 in den gesamten Sälen der «Kaufleuten». An dieser Ausstellung werden von insgesamt 25 Ausstellern die sämtlichen in der Schweiz hergestellten und die importierten Radiogeräte ausgestellt, um hiermit auch gleichzeitig die kommende Radio-Saison zu eröffnen. Fachleute und Laien werden an dieser sehr instruktiven Ausstellung Gelegenheit haben, sich über die heutigen Fabrikate informieren zu lassen. Auch können an dieser Ausstellung die verschiedenen Marken am besten nebeneinander verglichen werden. Veranstalter dieser Ausstellung ist wie bisher der Schweiz. Radio-Grossisten-Verband in Zürich gemeinsam mit dem Schweiz. Radio-Fabrikanten-Verband in Bern.

Kurs über Gewässerverunreinigung und Abwasserreinigung, veranstaltet von der Beratungsstelle der ETH für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung, der Eidg. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei und vier Verbänden, worunter SIA und Schweiz. Wasserwirtschaftsverband. Dieser Kurs, für Ingenieure und Fischereiinteressenten, findet vom 28. September bis 2./4. Oktober in der ETH statt. Kursgeld Fr. 45.—, für einzelne Vorträge Fr. 3.—. Mit dem Kurs sind zahlreiche Besichtigungen verbunden. Am Schluss findet eine Exkursion nach München statt. Verhandlungsleiter: Prof. Dr. W. v. Gonzenbach, Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Prof. Dr. Steinmann und Dr. Fauconnet. Programme sind bei der Beratungsstelle der ETH für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung, Gloriastrasse 37, Zürich 7, erhältlich.

Der **Internationale Verband für Materialprüfung** hält vom 19. bis 24. April 1937 in London seinen *zweiten Kongress* ab (erster Kongress: Zürich, 1931). Programme sind zu beziehen bei Herrn K. Headlam-Morley, 28, Victoria Street, London SW 1, oder beim Schweiz. Verband für Materialprüfungen der Technik, Leonhardstrasse, Zürich.

Un **Congrès International de l'Enseignement Technique** aura lieu à Rome les 28, 29 et 30 décembre 1936. Sujets de discussion: L'enseignement technique et la vie économique, l'orientation professionnelle et sa continuité, la formation du personnel d'atelier chargé de l'enseignement pratique dans les établissements d'enseignement technique ou professionnel, la préparation de la femme à son rôle spécial dans la vie économique, et autres. Pour obtenir le programme ainsi que le règlement s'adresser au Bureau International de l'Enseignement technique, 2, Place de la Bourse, Paris IIe.

Literatur. — Bibliographie.

621.315.051 : 621.316.9 *Nr. 1019*

Les réseaux de transmission d'énergie. Réglage et stabilité. — Surintensités, surtensions. — Protection selective. Par *Jean Fallou.* 558 p., 16×25 cm, 288 fig. Editeur: Gauthier-Villars, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6e). Prix: fr. fr. 125.—.

Der Autor, beratender Ingenieur der Union d'Electricité, behandelt in vier Kapiteln die Hauptfragen der elektrischen Energieübertragung.

Im ersten Teil werden auf Grund der Theorie langer Leitungen die Möglichkeiten der Energieübertragung bezüglich statischer und dynamischer Stabilität besprochen. Zwanglos

ergibt sich die Bedeutung der Kompensatoren für die Blindleistung längs langer Leitungen, der Spannungs- und Turbinen-Regler und der Schnellschalter mit ihren Relais.

Der zweite Teil betrifft die Ueberströme, d. h. die Erd- und Kurzschlußströme und deren Auswirkungen. Die Berechnung der Ueberströme wird mittels der Methode der Zerlegung in symmetrische Komponenten in einer äusserst klaren Weise durchgeführt. Formeln für die massgebenden Impedanzwerte werden zusammengestellt. Als Stromauswirkungen kommen die elektrodynamischen Kräfte und die Beeinflussung von Schwachstromleitungen zur Sprache. Mittel zur Begrenzung der Ueberströme stehen in passender Nullpunktserdung, in Drosselspulen und in zweckmässiger Betriebsschaltung von Netzen zur Verfügung.

Im dritten Teil kommen die Ueberspannungen zur Sprache, wobei die Mathematik einen ziemlich breiten, wertvollen Anteil bildet. Wohl erstmals ist in diesem Buche öfters Gebrauch gemacht von Kathodenstrahl-Oszillogrammen, wobei sich Fallou oft auf eigene Arbeiten stützen kann. Behandelt sind insbesondere Schalt-, Erdschluss- und Sättigungsüberspannungen; die atmosphärischen werden nur gestreift.

Im vierten Teil kommen schliesslich die heute ausserordentlich mannigfaltigen Methoden des Selektivschutzes zur Sprache. Bei der Fülle des Stoffes kann es sich nur um eine Uebersicht der Relaissysteme handeln, wobei einige Literaturhinweise das tiefere Studium erleichtern. Nach der grundsätzlichen Betrachtung von Relais-Schaltungen werden spezielle Anordnungen zum Selektivschutz von Leitungen, Transformatoren und Generatoren beschrieben. Als neu kann die Erwähnung der im letzten Jahrzehnt in die Praxis eingeführten Relais für inverse und homopolare (Zero Sequence) Komponenten gelten.

In mathematischer Hinsicht vertritt Fallou mit Ueberzeugung die streng klassische Betrachtungsweise mit ausgiebiger Benützung komplexer Grössen. Für die Berechnung von Ausgleichsvorgängen passt er die Theorie in sehr glücklicher Weise dem Zweck an, indem er eine komplexe Winkelgeschwindigkeit einführt. Dadurch lässt sich die Berechnung abklingender Vorgänge auf die übliche Rechnung mit komplexen Impedanzen zurückführen, was sonst nur mit der unanschaulichen Operatorenrechnung möglich ist.

Auf die Darstellung von Wanderwellen wird zugunsten deren mathematischer Zusammensetzung aus stationären Schwingungen verzichtet, was solange vorteilhaft ist, als nicht eine einzelne Welle auf ihrem Lauf zu verfolgen ist.

Im ganzen betrachtet ist das vorliegende Buch als sehr wertvoller Beitrag zur Literatur der heutigen Hochspannungstechnik zu bezeichnen. *K. Berger.*

621.3 : 69 *Nr. 1064 f*

L'électricité dans le bâtiment. Manuel d'électricité à l'usage des architectes, entrepreneurs et propriétaires. Par *K. Grütter*, en collaboration avec la direction de l'«Electrodiffusion». Traduit de l'allemand par *L. E. Favre.* 164 p., A5, 123 fig. Editeurs: «Electrodiffusion», 9, place de la gare, Zurich, en liaison avec l'OFEL, Lausanne, 1936. Prix: Fr. 6.25.

En consultant la bibliographie des publications sur l'électricité, on constate que les ouvrages de valeur traitant des installations électro-domestiques sont fort peu nombreux. Aussi le manuel de Grütter vient-il combler une véritable lacune (voir compte-rendu de l'édition originale, en allemand, au Bull. ASE 1935, p. 334). Il poursuit deux buts: donner d'une part aux architectes et aux entrepreneurs des renseignements détaillés sur les applications actuelles de l'énergie électrique et, d'autre part, montrer les mesures à prendre en vue d'éviter les erreurs initiales et les frais qui en résultent.

La IIe partie traite des installations électriques, depuis le raccordement des immeubles jusqu'aux dispositions à adopter pour les différents locaux; les lignes et le matériel d'installation font également l'objet d'une étude approfondie.

Le projet et l'exécution des installations domestiques sont développés dans la IIIe partie de l'ouvrage. Les dispositions rationnelles à prévoir et la pose des lignes de répartition, dans les locaux humides en particulier, sont commentées en détail avec dessins à l'appui. Le chapitre consacré aux «installations électriques dans les locaux d'habitation et de travail» englobe toutes les applications actuelles de l'électricité, petits appareils, moteurs, cuisine électrique et buanderie, production d'eau chaude, chauffage, etc.... La Ire partie comporte un chapitre relatif à l'éclairage électrique; la théorie moderne de l'éclairagisme, esquissée en quelques pages, est suivie d'une étude minutieuse des applications réalisables dans ce domaine qui, comme on le sait, a pris très rapidement un essor considérable. Aussi les expériences acquises ces dernières années ont-elles permis de développer cet important sujet, depuis le principe d'un éclairage rationnel jusqu'aux effets décoratifs produits par des sources lumineuses judicieusement choisies. Le côté économique n'est pas non plus négligé; il est d'ailleurs compatible avec un éclairage moderne mûrement étudié.

En résumé, ce manuel, très complet, constitue une documentation des plus intéressentes, aussi bien par son texte, que par ses tableaux et ses illustrations; l'architecte et l'entrepreneur qui prendront la peine de le lire attentivement, y trouveront des renseignements précieux et susceptibles de leur rendre de grands services dans le vaste domaine de l'électricité domestique. *Bd.*

Nr. 1285

Handbuch der schweizerischen Produktion 1936—1937. Herausgegeben von der Schweiz. Zentrale für Handelsförderung, Börsenstrasse 10, Zürich. 688 S. 16,5×24 cm. Preis Fr. 7.—.

Die Schweizerische Zentrale für Handelsförderung, Zürich und Lausanne, hat soeben eine neue Auflage des «Handbuches der schweizerischen Produktion» herausgegeben. Dieses Nachschlagewerk, welches mit Genehmigung des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements erscheint, gibt Auskunft über schweizerische Bezugsquellen für ca. 6000 verschiedene Artikel aus Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft. Das Buch umfasst ein Warenverzeichnis, in welchem die Artikel und deren Produzenten nach Branchen geordnet sind, ein alphabetisches Fabrikantenverzeichnis, welches die Adressen von ca. 6500 Firmen enthält und einen Anhang, in welchem die bedeutendsten Export- und Transithandelsfirmen, Banken, Transport- und Versicherungsgesellschaften, Auskunftsbureaux, Ingenieurbureaux usw. Erwähnung gefunden haben. Das Adressbuch ist vorläufig in deutscher Sprache erschienen; die französische, englische und spanische Ausgabe werden in kurzen Abständen folgen. Es wird im In- und Ausland grosse Verbreitung finden, um als wirksames Propagandamittel die Interessenten für Schweizer Waren auf die Vielseitigkeit der Produktion unseres Landes aufmerksam zu machen.

Das Werk ist aus der Praxis des vortrefflich geführten Bezugsquellennachweises der Schweiz. Zentrale für Handelsförderung hervorgegangen und bietet daher alle Gewähr für Zuverlässigkeit. Vom Velox-Dampferzeuger, dem Trolleybus und dem Brandbombenlöschapparat bis zum Reissverschluss, den sieben schweizerische Firmen herstellen, scheint nichts vergessen.

Zeitschrift «Elektrowärme». Droste-Verlag und Druckerei K. G., Düsseldorf, Pressehaus. Einzelpreis RM. 1.—.

Das Augustheft «Elektrowärme», Nr. 8/1936, ist in seinem wesentlichen Inhalt der *Elektroschweissung* gewidmet. Aufschluss über die «Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen elektrischen Schweissverfahren» gibt der Leitartikel von Siemers, Essen. Eingehend erörtert werden: Lichtbogenschweissverfahren, Zündvorgang, Blaswirkung, Einbrand, Verbindungsschweissen, Auftragsschweissung, Mantelelektroden, Seelenelektrode, die Verschweissbarkeit der Stähle, Abbrand, Verschweissbarkeit der Metalle, Arcatom-Verfahren, Kohlelichtbogen, Schweissmaschinen, elektrisches Schweissen, der Vorteil der Lichtbogenschweissung. In einem weiteren Beitrag berichtet Wilbert, Berlin, dass «eine Reihe neuer

Lichtbogenschweissumspanner» sich durch grosse Betriebssicherheit, Wetterfestigkeit, Ueberlastbarkeit und stufenlose Regelung auszeichnen. In seinem Artikel «Schweissgerechte Vorbereitung zur elektrischen Widerstandsschweissung» betrachtet W. Kürschner, Berlin, die Verfahren der elektrischen Punktschweissung, der Rollennahtschweissung und der Stumpfschweissung und kommt zu dem Ergebnis, dass in der Schweißstelle und in ihrer Nachbarschaft das günstigste Gefüge nur dann erwartet werden kann, wenn in jedem Falle vor, während und nach der Schweissung der Werkstoff sachgemäss behandelt wird. Rosenberg, VDI, Berlin, beschreibt die Anwendungsgebiete und Vorteile der «elektrischen Punkt-, Mehrpunkt- und Nahtschweissung». Müller, Finsterwalde, berichtet in seinem Aufsatz «Neugestaltung von Umformern und Umspannern für die Lichtbogenschweissung» über die Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit verschiedener neuer Geräte. Unsere in Schweisstechnik interessierten Leser finden in diesem Sonderheft viel Material.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er août 1936.

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen* près Bâle.

Marque de fabrique: STAG

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux mouillés.
Exécution: socle en matière céramique; boîtier en résine synthétique moulée, brune.

No. 1520:	interrupteur ordinaire, unipol.,	schéma	0
No. 1520/I:	interrupteur à grad., unipol.,	»	I
No. 1520/III:	inverseur, unipolaire,	»	III
No. 1520/P:	interrupt. de croisement, unipol.,	»	VI

Camille Bauer A.-G., elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, *Bâle* (Repr. de la firme Voigt & Haeffner A.-G., Francfort-sur-le-Mein).

Marque de fabrique:

Interrupteur rotatif 250 V, 10 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune (Db) ou crème (Dc).
No. 10 Db, Dc: interrupt. ordinaire, unipol., schéma 0.

Interrupteurs à bascule 250 V, 6 A.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre, résine synthétique moulée ou métal.
No. 6Y7Eb, c, interr. de croisement, unipol., schéma VI
No. 6IIYEb, c, interr. ordinaire, bipolaire, » 0

Elektromotoren A.-G., Birsfelden.

Marque de fabrique:

Interrupteurs sous coffret pour locaux secs, 500 V, 20 A.
Utilisation: montage apparent.
Exécution: interrupteur monté dans coffret en fonte; plaque de base en résine synthétique moulée; poussoir.
Type No. Sd 0: interrupteur ordinaire, tripolaire, schéma A, mais sans coupe-circuit.
Utilisation: montage encastré.
Exécution: interrupteur ouvert avec couvercle en fonte (sans coffret); plaque de base en résine synthétique moulée; poussoir.
Type No. Sd 0 V: interrupteur ordinaire, tripolaire, schéma A, mais sans coupe-circuit.

A partir du 15 août 1936.

A. Saesseli & Cie, Bâle (Repr. général de la firme Gebr. Berker, Spezialfabrik für elektrotechn. Apparate, Schalksmühle).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à bascule 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune ou crème (w).
No. 6 K/305, ...w: interrupteur à gradation, unipolaire, schéma I.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en verre ou en résine synthétique moulée.
No. 6 K/355: interrupteur à gradation, unipol., schéma I.

Spälti fils & Cie, Ateliers électromécaniques, *Zurich.*

Marque de fabrique: plaquette

Interrupteurs sous coffret pour locaux secs ou mouillés.
Exécution: Interrupteur monté dans coffret en fonte; plaque de base en résine synthétique moulée; poussoir ou poignée tournante. Les interrupteurs peuvent être livrés avec ampèremètre monté.
Type A 22: Interrupteur ordinaire tripolaire, schéma A, mais sans coupe-circuit, pour 500 V, 15 A.

H. W. Kramer, Représentations, *Zurich* (Repr. de la firme Albrecht Jung, elektrotechnische Fabrik, Schalksmühle, Westphalie).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à tirage pour 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en porcelaine (Awp), en résine synthétique moulé brune (Ab) ou blanche (Aw).
No. 700 Ab, Aw, Awp: interrupt. ord., unipol., schéma 0
No. 701 Ab, Aw, Awp: inverseur unipolaire, » III

AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich (Représentant de Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique, cape en résine synthétique moulée brune (...b) ou crème (...e).

No. 281126/1 b, .../1 e:	interr. ord., unipol.,	schéma	0
» 281126/6 b, .../6 e:	inverseur unipol.,	»	III
» 281126/7 b, .../7 e:	interr. de crois. unipol.,	»	VI
» 281126/2 b, .../2 e:	interr. ord., bipol.,	»	0

Utilisation: sur crépi, dans locaux humides.
Exécution: socle en matière céramique; boîtier en résine synthétique moulée.

No. 281126/1 is, isz, isd:	interr. ord., unip.,	schéma	0
» 281126/6 is, isz, isd:	inverseur unipol.,	»	III
» 281126/7 is, isz, isd:	interr. de crois. unip.,	»	VI
» 281126/2 is, isz, isd:	interr. ord., bipol.,	»	0

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice ronde ou carrée en résine synthétique moulée ou en verre et disque rond en résine synthétique moulée brune.

No. 281126/1 ...*):	interr. ord., unipol.,	schéma	0
» 281126/6 ...*):	inverseur unipol.,	»	III
» 281126/7 ...*):	interr. de crois. unipol.,	»	VI
» 281126/2 ...*):	interrupt. ord., bipol.,	»	0

*) irb, ivb, grb, gvb, irbw, ivbw, grbw, gvbw.

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 15 août 1936.

Moser-Glaser & Cie, Fabrique spéciale pour transformateurs, *Bâle*.

Marque de fabrique:

Transformateurs de faible puissance à basse tension. Transformateurs pour jouets.
Utilisation: transportables, dans locaux secs.
Exécution: monophasés, résistants aux courts-circuits.

Classe 1a,	type 1a 15	20 VA,		
» 2a,	» 2a 30	40 »		
» 2a,	» 2a 70	70 »		
» 2a,	» 2a	0,1	100	»
» 2a,	» 2a	0,15	150	»

Coffret en tôle de fer.
Tensions: primaire: 100 à 250 V,
secondaire: jusqu'à 36 V au maximum, marche à vide.
Réglage de la tension secondaire avec ou sans interruption.

Boîtes de dérivation.

A partir du 1er août 1936.

Progress A.-G., Fabrikation und Vertrieb elektrotechn. Artikel, *Bâle*.

Marque de fabrique: SIMPLEX.

Boîtes de dérivation 500 V, 15 A, étanches à l'eau.
Utilisation: sur crépi; dans locaux secs, poussiéreux, humides ou mouillés.
Exécution: porte-bornes en matière céramique avec 3 ou 4 bornes fixées au mastic; boîtier en résine synthétique moulée.

No. du catalogue:	550	551	552	553	554	555
	556	557	558	559	560	561

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Classement des matières isolantes moulées non céramiques et exemptes de caoutchouc.

Commission 19:
Matières isolantes pour l'électrotechnique, de l'Association Suisse pour l'Essai des Matériaux.

L'emploi en électrotechnique de *matières isolantes moulées non céramiques et exemptes de caoutchouc* date de plusieurs années déjà. Le développement extrêmement rapide des matières isolantes moulées a fait ressortir la nécessité de mettre un peu d'ordre dans le fouillis des matières de ce genre. Relativement de bonne heure déjà, les Allemands ont entrepris un classement, en se servant de lettres et de chiffres pour désigner les différents types, chacun de ces types ayant des propriétés spécifiques bien déterminées. De la sorte, l'usager est immédiatement renseigné sur la composition d'une pièce, ainsi que sur les propriétés minimum au sujet de la résistance mécanique, de la résistance à la chaleur, etc. De pair avec le développement rapide des matières isolantes moulées non céramiques et exemptes de caoutchouc, l'usage de ces désignations-types se répandit également. Il y a cependant lieu de remarquer que la classification allemande présente certains inconvénients. Ceci soit dit sans vouloir porter atteinte aux mérites qu'ont eus les associations allemandes à mettre les premières un peu d'ordre et de système dans ce domaine apparemment chaotique des matières premières. Il y a quelques années, lorsque les Allemands modifièrent et complétèrent quelque peu leur classification, le périodique «Kunststoffe» entreprit en 1935 une enquête au sujet de l'utilité et de la structure de la dite classification. A cette occasion, différents vœux fuent prononcés, qui sont en partie pleinement justifiés.

Dans d'autre pays, le besoin se fit aussi ressentir de créer une classification et une nomenclature appropriées dans ce domaine.

La commission 19 de l'Association Suisse pour l'Essai des Matériaux (ASEM) s'occupe également depuis quelque temps de ces questions. Dans la première séance, qui eut lieu au début de l'année, elle décida de ne pas adopter la classification allemande, car la désignation des types n'y a pas lieu selon un système unique et ne s'en tient pas assez à la constitution chimique des différentes matières isolantes. Elle décida en outre de renoncer entièrement aux chiffres et de n'utiliser que des lettres pour caractériser certaines propriétés au moulage et la constitution des isolants en cause. Le périodique anglais «British Plastics» défend un point de vue analogue émanant des cercles anglais intéressés. Le numéro de mai publie une critique de la classification allemande et annonce que les milieux anglais envisagent de créer une classification reposant sur une base différente.

La commission 19 de l'ASEM en est arrivée à un point de ses travaux où elle juge nécessaire de publier sa proposition pour faciliter éventuellement une solution internationale qui serait applicable d'une manière générale. Pour désigner les différents groupes d'isolants, le projet suisse n'utilise que des majuscules choisies de telle façon qu'elles peuvent en grande partie être adoptées aussi par des pays de langues différentes de l'allemand.

Nous publions ce projet dans l'espoir qu'il incitera à un échange de vues international. Nous prions d'envoyer toutes les observations, critiques, adjonctions, etc., au président soussigné de la commission 19 de l'Association Suisse pour l'Essai des Matériaux.

ASEM, Commission 19:
Dr Hans Stäger, Zurich, Limmatquai 1.

Projet
de classification des matières isolantes moulées non céramiques et exemptes de caoutchouc.

La désignation des matières isolantes moulées non céramiques et exemptes de caoutchouc se compose de majuscules comme suit:

La première lettre caractérise la manière dont se comporte le liant à l'échauffement:

H = durcissable, en ce sens que sous l'influence de la température le durcissement consiste en une modification chimique unilatérale.
T = thermoplastique, en ce sens que l'influence de la température engendre un processus physique réversible.

Les deux lettres H et T, qui renseignent sur la manière dont se comporte le liant au moulage, sont séparées des désignations suivantes par un point.

Les lettres qui suivent désignent dans l'ordre indiqué:

1° Constitution chimique du liant.
2° Nature de l'adjuvant; matières organiques (O) ou matières inorganiques (A).

3° Forme de l'adjuvant; matière poudreuse (P) ou matière fibreuse (F). Par matière fibreuse on entend tant la forme fibrillaire (fibres, fibrilles et fils) que la forme laminaire (rognures et lambeaux) de l'adjuvant, car le produit fini présente des propriétés similaires pour ces deux formes d'adjuvants.

Pour la cellulose acétylique, on se sert de l'abréviation Ac généralement usitée dans la littérature. On a renoncé à désigner par une lettre spéciale la vitesse de durcissement des résines synthétiques (résine de phénol, résine de crésol). Si cela est nécessaire, on peut ajouter une désignation en conséquence, sans pour cela porter atteinte au principe de la classification.

En raison de l'extrême diversité des mélanges de résines naturelles et de corps bitumineux utilisés à l'occasion, on a renoncé à une désignation spéciale pour ces corps.

Tableau synoptique.

Nature des isolants	Désignation
Résine de phénol, sans adjuvant . . .	H. P
Résine de phénol, avec adjuvants *organiques poudreux*	H. POP
Résine de phénol, avec adjuvants *organiques fibreux*	H. POF
Résine de phénol, avec adjuvants *inorganiques poudreux*	H. PAP
Résine de phénol, avec adjuvants *inorganiques fibreux*	H. PAF
Résine d'urée (carbamide), sans adjuvant	H. C
Résine d'urée, avec adjuvants *organiques poudreux*	H. COP
Résine d'urée, avec adjuvants *organiques fibreux*	H. COF
Résine d'aniline, sans adjuvant , , , ,	T. A
Résine de polystyrol, sans adjuvant . .	T. S
Résine de polyvinyle, sans adjuvant . .	T. V
Résine de polyvinyle, avec adjuvants *organiques poudreux*	T. VOP
Cellulose acétylique, sans adjuvant . .	T. Ac
Cellulose acétylique, avec adjuvants *organiques poudreux*	T. AcOP

Semaine de l'Electricité

(17 au 31 octobre 1936).

L'«Electrodiffusion» organisera du 17 au 31 octobre 1936, c'est-à-dire pendant la «Semaine Suisse», une «Semaine de l'électricité», pour laquelle différentes mesures de propagande sont prévues, notamment:

1° Création d'une affiche spéciale symbolisant les forces hydrauliques de notre pays ainsi que les applications de l'électricité. Cette affiche sera exposée dans les devantures des milieux intéressés et affichée aux murs et colonnes d'affichage.

2° Edition d'une feuille volante pour les ménagères, montrant les différentes applications de l'électricité dans le ménage, avec illustrations dans le genre de films (dessins animés).

3° La revue «L'Electricité pour tous» paraîtra comme numéro spécial de cette manifestation, avec contenu augmenté, mais ne dépassant pas les 50 g de poids. Comme illustration pour la première page de couverture, il sera pris le motif prévu pour l'affiche. Il faudra chercher à distribuer ce numéro spécial, autant que possible à tous les consommateurs d'énergie électrique en Suisse et non pas seulement aux abonnés recevant cette revue régulièrement. Il est évident que ce numéro sera édité dans les trois langues, comme d'habitude. Son contenu sera adapté aux circonstances et contiendra différents articles traitant de l'importance de nos forces hydrauliques, etc.

4° Pendant la «Semaine Suisse», il sera organisé une campagne de publicité, à laquelle participeront l'«Electrodiffusion» d'une part, les entreprises d'électricité, l'industrie et les installateurs-électriciens d'autre part. Des sujets s'adaptant pour cette campagne de publicité seront encore procurés, pour autant qu'ils n'existent pas déjà.

5° Des articles portant sur des problèmes de l'économie électrique suisse ainsi que sur les différentes applications de l'électricité paraîtront dans les différents quotidiens et revues professionnelles au cours de cette action de propagande.

6° L'«Electrodiffusion» est en train de préparer un certain nombre de projets pour la décoration des devantures des magasins vendant des appareils électriques. Ces projets seront mis à disposition des installateurs et entreprises d'électricité ne disposant pas d'un personnel qualifié pour la décoration.

7° Pour autant que l'on disposera de films démontrant les applications de l'électricité, ceux-ci devront être projetés dans les cinémas ou à l'occasion de conférences que les entreprises d'électricité ainsi que l'«Electrodiffusion» organiseront. Il en est de même pour les dispositifs de réclame.

8° Il est recommandé aux entreprises d'électricité de profiter de cette occasion pour inviter les élèves des écoles professionnelles, par exemple l'Ecole des métiers, etc., à visiter les centrales et autres installations.

9° Il est également recommandé de mettre à disposition des instituteurs et élèves des écoles primaires et secondaires des sujets de discussion portant sur des problèmes pratiques du domaine de l'électricité. On pourrait également songer à un concours parmi les élèves sur des questions de l'électricité.

10° Les entreprises d'électricité accordant pendant un certain temps des prix spéciaux sur les appareils et installations électriques, pourront prolonger cette période pour la «Semaine de l'électricité» ou la renvoyer à cette date. Il est en outre recommandable d'accorder des prix spéciaux pour l'éclairage des devantures de tous les magasins, pour autant que les propriétaires prolongent ou renforcent l'éclairage pendant la «Semaine de l'électricité».

11° Les édifices publics, églises, banques, etc., devront, dans la mesure du possible, être illuminés par projection pendant la «Semaine de l'électricité», partout où de pareilles installations existent.

12° Il sera diffusé dans chaque langue (allemand, français et italien) et par l'intermédiaire des émetteurs nationaux, une conférence portant sur des problèmes pratiques de l'économie électrique.

13° Les entreprises d'électricité possédant des salles de démonstration devront, dans une plus grande mesure, les rendre accessibles au public pendant la «Semaine de l'électricité».

14° Il faudra prendre contact avec les Associations des Ménagères suisses, afin de susciter l'intérêt de ces organisations pour notre action de propagande.

Etant donné qu'il s'agit d'une manifestation qui doit montrer au public d'une façon claire et nette l'importance de l'exploitation des forces hydrauliques pour notre pays, l'«Electrodiffusion» s'attend à ce que toutes les entreprises d'électricité suisses participent à notre action et s'intéressent au moins pour l'un ou l'autre des points de ce programme. Il est également recommandé aux entreprises d'électricité de distribuer à un grand nombre de leurs consommateurs d'énergie le numéro spécial des revues trimestrielles «L'Electricité pour tous» — «Die Elektrizität» — «L'Elettricità», dans lesquels il est prévu de publier un appel du chef du département de l'économie nationale suisse en faveur de l'utilisation de l'énergie électrique ainsi que des articles de l'Association pour la Semaine Suisse et du «Bureau central pour une marque suisse d'origine».

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII[e] Année — N° 19 — Vendredi, 18 Septembre 1936

La consommation d'énergie électrique en Suisse dans les ménages, hôtels, boulangeries et pâtisseries, en 1935.

Par *le Secrétariat de l'UCS.*
(Ch. Morel.)

31:621.311(494)

Comme les années précédentes [1]), nous avons réitéré pour l'année 1935 notre enquête sur la consommation d'énergie dans les ménages, hôtels, boulangeries et pâtisseries de Suisse en posant les mêmes questions que les années précédentes, ce qui a entraîné quelques petites corrections aux chiffres publiés antérieurement.

Ces chiffres reposent sur les données des centrales et exceptionnellement sur des estimations. On ne peut donc leur attribuer une exactitude absolue. Cependant, mieux que les chiffres eux-mêmes, leur ordre de grandeur et surtout leurs fluctuations sont un baromètre intéressant de notre économie électrodomestique nationale.

Classification des entreprises ayant participé à l'enquête. Tableau I.

Catégories d'entreprises	Caractéristiques des catégories	Nombre d'entreprises considérées	Population des contrées desservies directement	Population en % de la population totale de la Suisse	Nombre de ménages	Nombre de personnes par ménage
A Centrales régionales		29	1 555 000	37,9	344 000	4,52
B Grandes centrales communales	Plus de 10 000 habitants	25	1 390 000	33,9	398 500	3,48
C Moyennes centrales commun.	De 3000 à 10 000 habitants	72	406 000	9,9	101 500	4,00
D Petites centrales communales	Moins de 3000 habitants	122	155 000	3,8	37 500	4,13
T Total		248	3 506 000	85,5	881 500	3,98

Le tableau I fait ressortir que les 248 entreprises englobées par l'enquête desservent directement le 85,5 % de la population. Ne connaissant pas le degré d'électrification du reste de la population, nous ne pouvons conclure des chiffres ci-après, valables uniquement pour ces 85,5 %, à l'ensemble du pays.

Le nombre des appareils, leur puissance, leur consommation et les recettes en résultant figurent au tableau II, où sont également reproduits les chiffres des années précédentes, ce qui permet d'étudier le développement de chaque application. En général, l'accroissement du nombre d'appareils (colonne 3) s'est légèrement ralenti, par suite de la dépression économique qui a encore tendance à s'aggraver. La puissance unitaire des appareils (colonne 6) augmente faiblement, sauf pour les chauffe-eau. Nous avons déjà exposé les raisons de cette exception. La consommation totale d'énergie (colonne 8) augmente sur toute la ligne. La consommation spécifique par appareil (colonne 9) est plutôt en recul. Elle accuse une constance remarquable pour les cuisinières de ménage, tandis qu'elle est en augmentation pour les cuisinières d'hôtels et pour les fours de boulangerie. La consommation par kW installé (colonne 10), qui équivaut à la durée virtuelle d'utilisation *de la puissance installée,* est en recul pour toutes les applications. Cela tient certainement à la nécessité qu'éprouvent la plupart des consommateurs à restreindre leur budget là où ils le peuvent et peut-être aussi à l'augmentation du nombre d'appareils que l'on n'utilise qu'occasionnellement (petits appareils thermiques et petits moteurs). Les recettes des entreprises (colonne 12) ne suivent pas à la même allure le mouvement ascendant de la consommation, par suite du recul général des prix du kWh (colonne 16). On assiste là à une

[1]) Voir Bulletin ASE 1932, No. 19, p. 493; 1933, No. 22, p. 549; 1934, No. 18, p. 485; 1935, No. 23, p. 633.

Nombre, puissance, consommation annuelle des appareils; recettes des entreprises. Tableau II.

Année	Entreprises	Nombre d'appareils absolu	Nombre d'appareils moyen par 1000 habitants	Puissance inst. totale absolue kW	Puissance inst. totale moyenne par appareil kW	Puissance inst. totale moyenne par 1000 habit. kW	Consommation annuelle totale absolue 10^3 kWh	Consommation annuelle totale moyenne par appareil kWh	Consommation annuelle totale moyenne par kW inst. kWh	Consommation annuelle totale moyenne par habitant hWh	Recettes annuelles des entreprises totales 10^3 fr.	Recettes annuelles des entreprises moyennes par appareil fr.	Recettes annuelles des entreprises moyennes par kW inst. fr.	Recettes annuelles des entreprises moyennes par habitant fr.	Recettes annuelles des entreprises moyennes par kWh fr.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
						1° Cuisinières de ménages à deux plaques et plus.									
	A	53 700	34,5	247 200	4,60	158,9	68 000	1 267	275	43,7	4 560	84,9	18,45	2,93	6,70
	B	20 500	14,7	105 800	5,16	76,1	22 200	1 083	210	16,0	1 400	68,3	13,24	1,01	6,30
	C	11 700	28,9	48 600	4,15	119,9	15 000	1 282	309	37,0	990	84,6	20,35	2,44	6,60
	D	6 800	43,8	24 000	3,53	154,9	9 800	1 441	408	63,2	650	95,6	27,10	4,19	6,63
1935	T	92 700	26,4	425 600	4,59	121,4	115 000	1 241	270	32,8	7 600	82,0	17,85	2,17	6,61
1934	T	85 500	24,4	392 000	4,59	111,9	106 000	1 240	270	30,3	7 100	83,0	18,11	2,03	6,70
1933	T	77 400	22,1	350 000	4,52	100,0	96 000	1 240	274	27,4	6 500	84,0	18,57	1,86	6,77
1932	T	71 000	20,3	314 000	4,42	89,5	88 000	1 240	280	25,1	6 100	86,0	19,43	1,74	6,93
1931	T	62 700	17,9	268 000	4,27	76,5	78 000	1 245	291	22,2	5 600	89,3	20,90	1,60	7,18
						2° Cuisinières d'hôtels, restaurants, hôpitaux, etc.									
	A	1 930	1,24	19 900	10,31	12,8	9 200	4 770	462	5,9	536	278	26,95	0,34	5,83
	B	630	0,45	9 300	14,78	6,7	6 550	10 400	715	4,7	372	590	40,00	0,27	5,68
	C	350	0,86	3 400	9,72	8,4	1 800	5 140	529	4,4	110	314	32,35	0,27	6,11
	D	180	1,61	1 400	7,78	9,0	950	5 280	678	6,1	52	289	37,10	0,34	5,47
1935	T	3 090	0,88	34 000	11,00	9,7	18 500	5 990	544	5,3	1 070	347	31,50	0,31	5,78
1934	T	2 760	0,79	27 300	9,89	7,8	15 700	5 690	575	4,2	920	333	33,7	0,26	5,86
1933	T	2 450	0,70	22 500	9,19	6,4	12 600	5 140	560	3,6	750	306	33,4	0,21	5,95
1932	T	1 950	0,56	17 400	8,93	5,0	10 400	5 330	597	3,0	630	323	36,2	0,18	6,05
1931	T	1 650	0,47	14 300	8,66	4,1	8 900	5 390	622	2,5	547	331	38,2	0,16	6,15
						3° Chauffe-eau à accumulation.									
	A	45 200	29,0	50 700	1,121	32,6	74 100	1 683	1 462	47,6	2 750	60,8	54,2	1,77	3,71
	B	82 300	59,2	127 300	1,549	91,6	167 700	2 040	1 318	120,1	6 120	74,4	48,1	4,40	3,65
	C	13 900	34,3	18 400	1,324	45,4	23 300	1 678	1 267	57,5	950	68,3	51,6	2,34	4,08
	D	5 100	32,9	6 600	1,295	42,6	6 900	1 353	1 047	44,5	280	54,9	42,5	1,81	4,06
1935	T	146 500	41,8	203 000	1,385	57,9	272 000	1 857	1 340	77,6	10 100	68,9	49,8	2,88	3,71
1934	T	136 000	38,8	191 000	1,404	54,5	258 000	1 898	1 350	73,6	9 800	72,0	51,3	2,80	3,80
1933	T	123 500	35,2	175 000	1,418	50,0	240 000	1 943	1 370	68,5	9 200	74,5	52,6	2,63	3,83
1932	T	112 000	32,0	160 000	1,428	45,7	222 000	1 982	1 390	63,4	8 550	76,3	53,4	2,44	3,85
1931	T	96 000	27,4	139 000	1,449	39,7	197 000	2 050	1 420	56,2	7 800	81,2	56,1	2,23	3,96
						4° Chaudrons pour la nourriture des porcs.									
	A	1 800	1,16	4 080	2,27	2,62	4 730	2 630	1 160	3,04	177	98,3	43,3	0,11	3,74
	B	100	0,07	320	3,20	0,23	210	2 100	657	0,15	8	80,0	25,0	0,01	3,81
	C	160	0,39	490	3,06	1,21	370	2 310	755	0,91	15	93,7	30,6	0,04	4,05
	D	110	0,71	270	2,46	1,74	190	1 730	703	1,23	8	72,7	29,6	0,05	4,21
1935	T	2 170	0,62	5 160	2,38	1,47	5 500	2 540	1 067	1,57	208	95,7	40,3	0,06	3,78
1934	T	2 150	0,61	5 070	2,36	1,45	5 400	2 510	1 065	1,54	215	100,0	42,4	0,06	3,98
1933	T	2 140	0,61	4 950	2,31	1,41	5 500	2 570	1 110	1,57	219	102,2	44,3	0,06	3,98
1932	T	2 080	0,59	4 750	2,28	1,35	5 300	2 550	1 115	1,51	212	101,9	44,6	0,06	4,00
1931	T	2 020	0,58	4 540	2,25	1,30	5 100	2 525	1 122	1,45	206	102,0	45,4	0,06	4,04
						5° Petits appareils thermiques domestiques.									
	A	378 000	243	208 000	0,550	134	35 000	92,6	168	22,5	3 480	9,21	16,73	2,24	9,95
	B	452 000	325	258 000	0,571	186	34 000	75,2	132	24,4	4 760	10,53	18,45	3,42	14,00
	C	122 000	301	78 000	0,639	192	11 500	94,3	148	28,4	1 180	9,67	15,14	2,91	10,26
	D	43 000	277	27 000	0,651	174	5 500	127,9	204	35,5	480	11,16	17,78	3,10	8,73
1935	T	995 000	284	571 000	0,574	163	86 000	86,5	151	24,6	9 900	9,95	17,33	2,83	11,51
1934	T	925 000	264	533 000	0,576	152	81 600	88,2	153	23,3	9 750	10,54	18,29	2,78	11,94
1933	T	872 500	249	502 000	0,575	143	77 800	89,1	155	22,2	9 350	10,72	18,65	2,67	12,00
1932	T	823 000	235	469 000	0,570	134	73 600	89,5	157	21,0	8 840	10,74	18,85	2,52	12,02
1931	T	770 000	220	438 000	0,569	125	69 500	90,2	159	19,8	8 410	10,79	19,20	2,40	12,10

Tableau II (Suite)

Année	Entreprises	Nombre d'appareils		Puissance inst. totale			Consommation annuelle totale				Recettes annuelles des entreprises				
		absolu	moyen par 1000 habitants	absolue kW	moyenne par appareil kW	moyenne par 1000 habit. kW	absolue 10^3 kWh	moyenne par appareil kWh	moyenne par kW inst. kWh	moyenne par habitant kWh	totales 10^3 fr.	moyennes par appareil fr.	moyennes par kW inst. fr.	moyennes par habitant fr.	moyennes par kWh fr.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
6° Petits moteurs domestiques.															
	A	36 000	23,2	5 400	0,150	3,47	1 900	52,8	352	1,22	328	9,12	60,8	0,21	17,28
	B	88 300	62,8	16 400	0,186	11,79	2 770	31,4	169	1,99	566	6,42	34,5	0,41	20,45
	C	21 200	52,3	5 000	0,236	12,32	1 170	55,2	234	2,89	180	8,49	36,0	0,44	15,39
	D	6 500	41,9	1 800	0,277	11,61	260	40,0	144	1,68	46	7,08	25,6	0,30	17,71
1935	T	152 000	43,4	28 600	0,188	8,16	6 100	40,1	213	1,74	1 130	7,43	39,5	0,32	18,5
1934	T	136 000	38,8	24 600	0,181	7,02	5 500	40,4	224	1,57	1 050	7,71	42,7	0,30	19,1
1933	T	120 000	34,2	21 400	0,178	6,11	4 800	40,0	224	1,37	975	8,12	45,6	0,28	20,3
1932	T	107 000	30,6	19 400	0,181	5,54	4 290	40,1	221	1,23	900	8,41	46,4	0,26	21,0
1931	T	94 000	26,8	17 300	0,184	4,94	3 980	42,4	230	1,14	880	9,36	50,8	0,25	22,1
7° Lampes dans les ménages.															
	A	3 390 000	2 180	128 000	0,0378	82,3	50 000	14,75	391	32,1	19 500	5,75	152,3	12,24	39,0
	B	4 800 000	3 450	231 000	0,0481	166,2	77 000	16,04	335	55,4	28 700	5,98	124,2	20,65	37,3
	C	1 150 000	2 840	44 000	0,0383	108,5	18 000	15,65	409	44,4	6 300	5,47	143,2	15,52	35,0
	D	460 000	2 970	17 000	0,0370	109,7	7 000	15,22	412	45,2	2 400	5,22	141,2	15,49	34,3
1935	T	9 800 000	2 800	420 000	0,0429	119,8	152 000	15,52	362	43,4	56 900	5,81	135,5	16,23	37,4
1934	T	9 400 000	2 680	390 000	0,0415	111,2	148 000	15,74	380	42,3	56 600	6,02	145,1	16,15	38,2
1933	T	9 000 000	2 570	360 000	0,0400	102,9	145 000	16,11	403	41,4	55 900	6,21	155,2	15,95	38,6
1932	T	8 600 000	2 455	340 000	0,0395	97,1	142 000	16,51	418	40,5	55 500	6,45	163,2	15,85	39,1
1931	T	8 200 000	2 340	320 000	0,0390	91,3	137 000	16,71	428	39,1	54 600	6,66	170,8	15,58	39,8
8° Fours de boulangeries.															
	A	89	0,06	2 826	31,8	1,82	4 800	54 000	1 700	3,02	147	1 652	52,0	0,09	3,06
	B	233	0,17	10 827	46,5	7,79	20 100	86 300	1 856	14,47	589	2 530	54,3	0,42	2,93
	C	33	0,08	1 329	40,2	3,28	2 100	63 600	1 580	5,18	68	2 060	51,2	0,17	3,24
	D	14	0,09	281	20,1	1,81	500	35 700	1 778	3,22	15	1 072	53,3	0,10	3,00
1935	T	369	0,11	15 263	41,3	4,36	27 500	74 500	1 801	7,85	819	2 220	53,6	0,23	2,98
1934	T	352	0,10	13 369	38,0	3,82	25 400	72 200	1 900	7,25	768	2 180	57,5	0,22	3,02
1933	T	349	0,10	13 560	38,8	3,87	25 300	72 400	1 865	7,22	784	2 250	57,8	0,22	3,10
1932	T	338	0,10	12 830	38,0	3,66	24 400	72 200	1 900	6,96	761	2 250	59,2	0,22	3,12
1931	T	328	0,09	12 270	37,4	3,50	23 400	71 400	1 910	6,69	742	2 260	60,5	0,21	3,17
9° Fours de pâtisseries, etc.															
	A	184	0,12	1 767	9,6	1,14	2 900	15 770	1 642	1,86	125	679	70,7	0,08	4,31
	B	277	0,20	4 187	15,1	3,01	4 600	16 600	1 100	3,31	205	740	49,0	0,15	4,46
	C	83	0,20	955	11,5	2,35	1 000	12 060	1 048	2,47	41	494	42,9	0,10	4,10
	D	55	0,35	254	4,6	1,64	200	3 640	819	1,29	9	164	35,4	0,06	4,50
1935	T	599	0,17	7 163	12,0	2,05	8 700	14 520	1 215	2,48	380	634	53,0	0,11	4,37
1934	T	519	0,15	6 191	11,9	1,77	7 500	14 450	1 212	2,14	336	647	54,3	0,10	4,48
1933	T	457	0,13	5 398	11,8	1,54	6 420	14 030	1 190	1,83	286	626	53,0	0,08	4,46
1932	T	395	0,11	4 670	11,8	1,33	5 800	14 690	1 240	1,66	261	661	55,9	0,07	4,50
1931	T	342	0,10	4 030	11,8	1,15	5 000	14 620	1 241	1,43	229	670	56,8	0,06	4,58

lente adaptation à la situation économique modifiée, de la part des centrales comme de celle des consommateurs.

Les figures 1 à 3 font encore mieux ressortir l'évolution au cours des 5 dernières années. La figure 1 indique la progression relative du nombre d'appareils raccordés par rapport à l'état fin 1931. La progression relative est la plus forte pour les cuisines commerciales et la plus faible pour les chaudrons pour la nourriture des porcs. Les figures 2 et 3 traduisent graphiquement la baisse des prix moyens de vente de l'énergie, la première pour les applications domestiques, la seconde pour les applications thermiques commerciales.

Dans le tableau III, nous avons comparé entre elles les différentes applications domestiques, afin de déterminer la répartition de la consommation et des recettes. Aux deux points de vue, de la consommation et des recettes, l'éclairage perd peu à peu de son importance, refoulé par les autres applica-

tions plus nouvelles, en particulier les cuisinières et les chauffe-eau. Cependant, ce recul est si lent

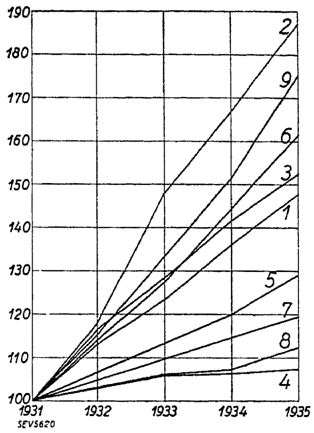


Fig. 1.
Progression des appareils raccordés de 1931 à 1935.
(1931 = 100.)

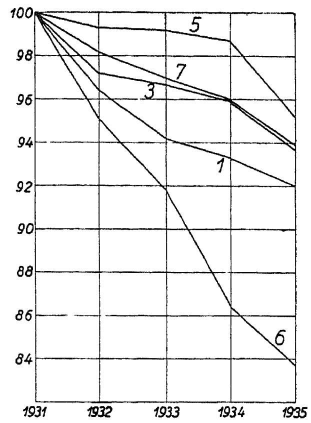


Fig. 2.
Mouvement des prix d'énergie pour les applications domestiques de 1931 à 1935.
(1931 = 100.)

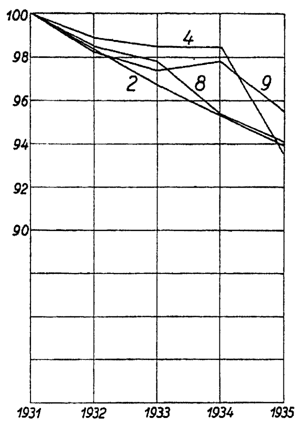


Fig. 3.
Mouvement des prix d'énergie pour les applications thermiques commerciales de 1931 à 1935.
(1931 = 100.)

1 Cuisinières de ménage.
2 Cuisinières d'hôtel.
3 Chauffe-eau.
4 Chaudrons pour la nourriture des porcs.
5 Petits appareils thermiques.
6 Petits moteurs.
7 Lampes dans les ménages.
8 Fours de boulangerie.
9 Fours de pâtisserie.

qu'il rentre dans le cadre normal et ne doit donner sujet à aucune inquiétude, à moins qu'un autre mode d'éclairage à gros rendement — nous pensons ici aux lampes à décharge — ne vienne renverser l'état actuel des choses. La figure 4 traduit graphiquement la répartition du tableau III.

Si l'on divise par le nombre de ménages (881 500) les chiffres totaux du tableau III pour 1935, on obtient une consommation moyenne fictive de 718 kWh par ménage de 4 personnes en chiffres ronds,

Répartition des applications domestiques. Tableau III.

Consommation annuelle

Application	1931		1932		1933		1934		1935	
	10^6 kWh	%	10^6 kWh	%	10^6 kWh	%	10^6 kWh	%	10^6 kWh	%
Cuisinières	78,0	16,1	88,0	16,6	96,0	17,0	106,0	17,7	115,0	18,2
Chauffe-eau	197,0	40,6	222,0	41,9	240,0	42,6	258,0	43,1	272,0	43,1
Pet. appareils therm.	69,5	14,3	73,6	13,9	77,8	13,8	81,6	13,6	86,0	13,6
Petits moteurs . . .	4,0	0,8	4,3	0,8	4,8	0,8	5,5	0,9	6,1	1,0
Lampes	137,0	28,2	142,0	26,8	145,0	25,8	148,0	24,7	152,0	24,1
Total	485,5	100,0	529,9	100,0	563,6	100,0	599,1	100,0	631,1	100,0

Recettes annuelles des entreprises

Application	1931		1932		1933		1934		1935	
	10^6 Fr.	%	10^6 Fr.	%	10^6 Fr.	%	10^6 Fr.	%	10^6 Fr.	%
Cuisinières	5,60	7,2	6,10	7,6	6,50	7,9	7,10	8,4	7,60	8,9
Chauffe-eau	7,80	10,1	8,55	10,7	9,20	11,2	9,80	11,6	10,10	11,8
Pet. appareils therm.	8,41	10,9	8,84	11,1	9,35	11,4	9,75	11,6	9,90	11,5
Petits moteurs . . .	0,88	1,1	0,90	1,1	0,98	1,2	1,05	1,3	1,13	1,3
Lampes	54,60	70,7	55,50	69,5	55,90	68,3	56,60	67,1	56,90	66,5
Total	77,29	100,0	79,89	100,0	81,93	100,0	84,30	100,0	85,63	100,0

Prix moyens de l'énergie

Application	1931	1932	1933	1934	1935
	Cts./kWh	Cts./kWh	Cts./kWh	Cts./kWh	Cts./kWh
Cuisinières	7,18	6,93	6,77	6,70	6,61
Chauffe-eau	3,96	3,85	3,83	3,80	3,71
Pet. appareils therm.	12,10	12,02	12,00	11,94	11,51
Petits moteurs . . .	22,10	21,00	20,30	19,10	18,50
Lampes	39,80	39,10	38,60	38,20	37,40
Moyenne	15,92	15,10	14,53	14,08	13,57

rapportant fr. 97.30 à la centrale. Or cela est encore peu de chose en comparaison de ce que l'on pourrait obtenir dans un ménage entièrement électrifié. En effet, un tel ménage dispose d'une cuisinière, d'un chauffe-eau, d'un certain nombre d'appareils auxiliaires et de lampes. Au tableau II, la consom-

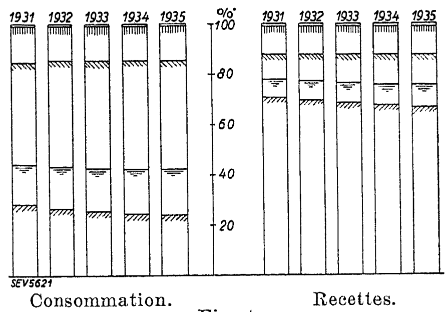


Fig. 4.
Consommation et recettes de 1931 à 1935. Répartition relative.
Petits moteurs.
Petits appareils thermiques.
Chauffe-eau.
Cuisinières.
Lampes.

mation moyenne d'une cuisinière est de 1241 kWh et celle d'un chauffe-eau de 1857 kWh. Du tableau III, on déduit que la consommation moyenne par ménage est de 98 kWh pour les petits appareils thermiques, de 7 kWh pour les petits moteurs et de 173 kWh pour l'éclairage. Partant de ces chiffres et considérant que les appareils auxiliaires et les lampes sont plus nombreux dans un ménage entièrement électrifié que pour la moyenne actuelle du pays, on peut établir la consommation — type du ménage électrifié de 4 personnes, soit 1250 kWh pour la cuisinière, 1900 kWh pour le chauffe-eau, 130 kWh pour les petits appareils thermiques, 20 kWh pour les petits moteurs et 200 kWh pour l'éclairage, au

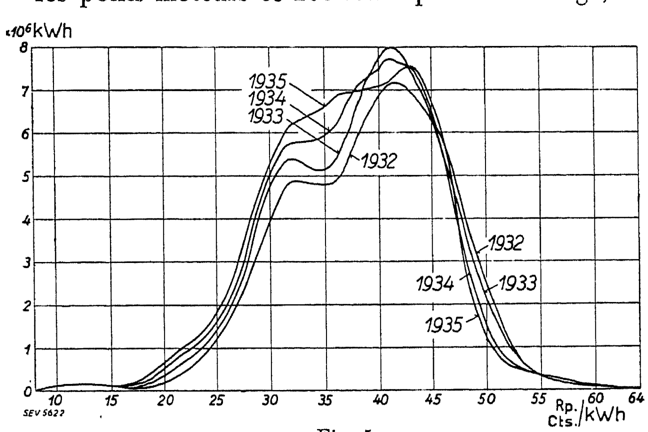


Fig. 5.
Consommation d'éclairage en fonction du prix.

total *3500 kWh.* Ce chiffre est environ cinq fois supérieur à la consommation moyenne actuelle d'un ménage. Aux prix moyens actuels, tels qu'ils ressortent du tableau III, cette consommation idéale équivaut à une recette totale de fr. 246.50 par ménage, ce qui ramène le prix moyen du kWh à 7,04 cts.

Pour terminer, nous voulons essayer d'examiner le rapport entre la consommation et le prix de l'énergie pour l'éclairage, l'application domestique la plus intéressante parce que rémunératrice par excellence. Si l'on reporte en fonction du prix les quantités d'énergie consommées, on obtient une courbe très irrégulière. Si par contre, par une suite d'opérations mathématiques, on la transforme en une courbe de répartition moyenne, celle qui s'établirait probablement si l'on pouvait fractionner les consommations de chaque entreprise selon les dégressions de prix que la plupart d'entre elles accordent aux consommateurs importants et qui sont consignées dans les tarifs officiels, on obtient une image assez parlante de la situation. Nous avons fait ces calculs pour les quatre années 1932 à 1935; les courbes y relatives sont reportées dans la figure 5. En 1932 et en 1933, ces courbes accusaient deux maximums, l'un très prononcé autour de 41 cts et l'autre moins important autour de 32 cts. Cette configuration reflète assez bien la structure des tarifs appliqués. La plupart des grands réseaux, ainsi que plusieurs entreprises communales ont encore des tarifs simples, dont le prix unitaire varie de 35 à 45 cts/kWh. Dans les villes grandes ou moyennes, le double tarif généralement répandu abaisse déjà sensiblement le prix moyen de l'éclairage, ce qui se traduit par la bosse à 32 cts. En 1934, la pointe de

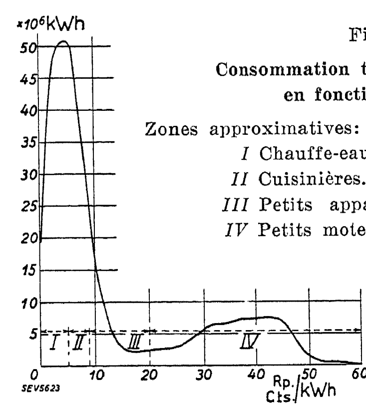


Fig. 6.
Consommation totale des ménages en fonction du prix.
Zones approximatives:
I Chauffe-eau.
II Cuisinières.
III Petits appareils thermiques.
IV Petits moteurs et lampes.

41 cts subsiste encore, quoique moins forte que l'année précédente, mais le creux de 35 cts s'est déjà comblé à un tel point que le maximum de 32 cts est devenu un palier. En 1935, l'allure de la courbe traduit encore mieux l'évolution des prix, le creux et même le palier ayant complètement disparu et le maximum — moins élevé en valeur absolue — s'étant déplacé aux abords de 43 cts. Ce qui frappe également, c'est le déplacement successif des courbes dans leur ensemble vers la gauche, signe également de la diminution générale des prix.

Finalement, nous donnons à la fig. 6, pour l'année 1935, une récapitulation générale de la consommation domestique en fonction du prix. La courbe figurée est de nouveau une courbe de répartition moyenne. Elle permet de reconnaître les zones correspondant approximativement aux différentes applications. A cette échelle, les zones I et II, chauffeeau et cuisinières, se confondent presque, car les

prix sont très voisins. La zone III est celle des petits appareils thermique. Quant à la zone IV elle englobe les petits moteurs et les lampes qu'il est presque impossible de séparer, vu que les tarifs sont très souvent les mêmes pour les deux applications, et vu également la faible consommation des premiers, incapable par ce fait de modifier sensiblement l'allure de la courbe de l'éclairage.

Nous tenons à exprimer ici nos vifs remerciements à toutes les entreprises qui ont contribué à notre étude en remplissant consciencieusement les questionnaires d'enquête.

La conception de moteurs de traction pour courants monophasés à la fréquence des réseaux de distribution de force et de lumière.

Par *W. Kummer*, Zurich.

621.333.025.1

Après avoir démontré les difficultés du dimensionnement d'un bon moteur de traction à collecteur, alimenté directement par du courant monophasé de 50 pér./s, l'auteur décrit les mesures à prendre afin d'arriver à une solution pratique du problème. Un moteur jumelé de 300 CV, conçu par J. Döry et F. Ettling, et étudié dans tous ses détails, est prêt pour la fabrication immédiate.

Nach einer Erläuterung der grundsätzlichen Schwierigkeiten der Ausbildung von guten Einphasen-Kommutator-Bahnmotoren für 50 Per./s wird gezeigt, dass die Ausführung solcher Motoren doch nicht so aussichtslos ist, wie bisher allgemein angenommen wurde. Im Doppelmotor von J. Döry und F. Ettling für 300 PS Leistung wird das baureife Ausführungsbeispiel eines solchen Bahnmotors vorgeführt.

Jusqu'ici, l'alimentation directe des installations de lignes de contact des chemins de fer électriques à voie normale par du courant alternatif monophasé des réseaux de distribution de force et de lumière n'a donné de bons résultats pratiques qu'en utilisant des locomotives à convertisseur. Pour la fréquence normale de 50 pér./s d'usage courant en Europe, les Chemins de fer hongrois ont appliqué avec succès sur la ligne de Budapest à Hegyeshalom le convertisseur de phase de Kandó. De nos jours, la concurrence du trafic routier pour le transport des personnes et des marchandises oblige les entreprises ferroviaires à introduire des services légers avec horaires plus denses, qui ne peuvent pas être réalisés d'une façon satisfaisante avec les motrices à convertisseur. Les chemins de fer alimentés en courant monophasé fourni par des réseaux de distribution de force et de lumière ont donc grand besoin de pouvoir disposer de moteurs de traction qui puissent être alimentés directement à ces fréquences.

Le but de cet article est de montrer d'une part quelles sont les relations d'ordre général qui servent de base à l'établissement d'un moteur à collecteur de ce genre, et de mentionner d'autre part un projet d'un tel moteur étudié dans tous ses détails et prêt pour la fabrication immédiate [1]).

1° Les données fondamentales.

La compensation du champ rotorique, le champ de commutation à phase décalée et le choix de basses fréquences, surtout celle de $16^2/_3$ pér./s, ont permis d'utiliser avec succès le moteur à collecteur pour les services de traction à courant monophasé. Si l'emploi de ces moteurs est actuellement considéré avec un grand intérêt pour le courant monophasé à 50 pér./s, cela ne tient pas à une invention sensationnelle dans ce domaine, mais bien à un emploi judicieux des connaissances et des expériences déjà acquises et à une mise au point spéciale de la commande individuelle des essieux, qui a évidemment nécessité un esprit inventif. D'une façon générale, le problème se présente comme suit:

Le couple des machines électriques à la puissance nominale est défini par le produit $C \cdot L \cdot D^2$, où C est une constante de dimensionnement, L la longueur axiale du fer rotorique et D le diamètre du rotor; la grandeur C renferme comme facteurs dimensionnels la charge linéaire du courant rotorique et l'induction magnétique. Quand il s'est agit de dimensionner les moteurs de traction monophasés à $16^2/_3$ pér./s, la grandeur C fut sensiblement réduite par rapport à sa valeur habituelle pour d'autres machines électriques ayant le même couple nominal, ceci en réduisant l'induction magnétique dans le but d'obtenir une commutation pratiquement exempte d'étincelles au démarrage. On obtint ce résultat en réduisant la tension de transformation, c'est-à-dire le produit de la fréquence, de la surface polaire et de l'induction magnétique. Pour passer au courant monophasé de 50 pér./s, on pourrait ainsi maintenir la tension de transformation à une valeur constante en réduisant encore l'induction magnétique d'environ 67 %. Ainsi, sans une modification des dimensions du rotor, le couple nominal diminuerait d'autant, pour un poids donné du moteur. Or, une mesure de ce genre est inadmissible, d'autant plus que la très forte réduction de l'induction magnétique est déjà très désavantageuse pour les conditions de démarrage. On obtient cependant des bases de construction admissibles pour 50 pér./s, si l'on conserve pour les moteurs à 50 pér./s l'induction magnétique choisie pour $16^2/_3$ pér./s, tandis que l'on réduit la surface des pôles en réduisant en

[1]) Un essai de traction avec locomotives lourdes à grande puissance alimentées directement à 50 pér./s, et équipées de moteurs à collecteur, vient d'être tenté sur la ligne du Höllental et de Dreiseen dans la Forêt Noire, avec une locomotive d'essai des Siemens-Schuckertwerke; ce service d'essai des Chemins de fer allemands sera également assuré par des locomotives munies de redresseurs (systèmes AEG et BBC) et par une locomotive avec conversion partielle (système Krupp).

particulier la longueur L du rotor, de sorte que la tension de transformation pour $16^2/_3$ pér./s soit la même pour 50 pér./s. La réduction de L conduit naturellement à une réduction proportionnelle du couple nominal et ainsi à une réduction du poids du moteur; cette réduction est toutefois sensiblement moins proportionnelle à celle de la réduction de L, bien qu'assez notable pour que la disposition imaginée soit intéressante. En principe, la réduction de la dimension L d'un moteur pour 50 pér./s par rapport au moteur de même diamètre de rotor pour $16^2/_3$ pér./s fait que le premier est d'un type à moins grande vitesse, tant que celle-ci est caractérisée par le rapport $\frac{L}{D}$. Cependant, une fréquence f plus élevée rend désirable un nombre de tours n plus élevé également, c'est-à-dire une vitesse spécifique plus grande. D'une part, on obtient un facteur de limite d'accroissement de n est déterminée par la résistance du rotor à la force centrifuge. Quant aux accroissements du nombre de pôles et du rapport de transmission des engrenages, qui pourraient éventuellement entrer en ligne de compte, leurs limites sont les suivantes: La limite d'accroissement du nombre de pôles, qui est également favorable à la consommation d'énergie déwattée lors du démarrage, est déterminée par l'obligation de tenir compte du collecteur et des enroulements; quant à la limite d'accroissement du rapport de transmission, elle dépend du fonctionnement des engrenages. Enfin, la réduction de la longueur L du rotor des moteurs pour 50 pér./s est tout appropriée à l'établissement de moteurs jumelés pour la commande individuelle des essieux. Des explications détaillées sont données au chapitre suivant pour une disposition de ce

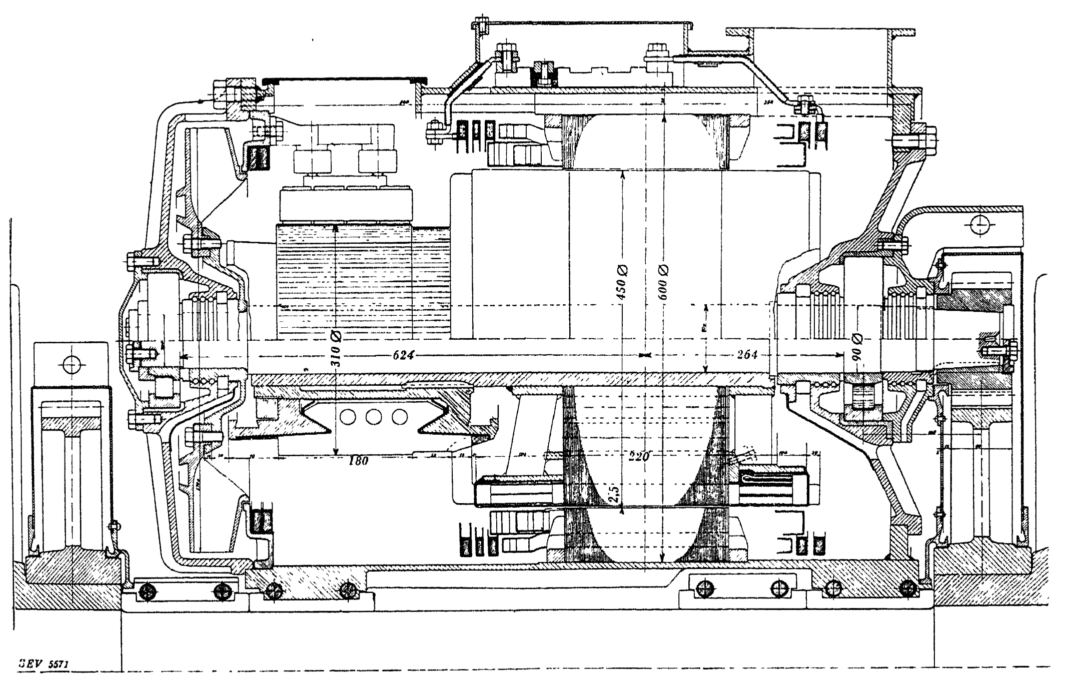


Fig. 1.
Coupe longitudinale du moteur individuel.

puissance favorable en choisissant des valeurs aussi élevées que possible pour le degré δ de l'hyper-synchronisme:

$$\delta = \frac{p \cdot n}{f},$$

où un nombre élevé de paires de pôles p agit dans un sens favorable, de même qu'un nombre de tours élevé n. D'autre part, on peut également réaliser un accroissement du couple des essieux-moteurs, dans le cas de moteurs de traction avec trains d'engrenages, par une augmentation de n et du rapport de transmission entre arbre du moteur et essieu-moteur. Le moteur de traction pour 50 pér./s doit donc, malgré tout, posséder une vitesse de rotation supérieure à celle du moteur pour $16^2/_3$ pér./s, bien que le rapport réduit $\frac{L}{D}$ soit théoriquement un obstacle. La genre, qui fait part de la série des moteurs à suspension par le nez [2]).

En résumé, les considérations ci-dessus permettent de constater qu'il est possible de construire pratiquement des moteurs de traction pour courant monophasé à 50 pér./s, tout en laissant une grande latitude aux constructeurs.

[2]) La locomotive d'essai des SSW mentionnée à la note [1]) est également munie de moteurs jumelés pour chaque essieu-moteur, soit au total 3000 CV environ pour les 4 essieux. L'emploi de moteurs jumelés pour chaque essieu-moteur est fort naturel, car leur couplage électrique en série compense en partie le désavantage d'une faible tension rotorique, qui résulte du flux polaire magnétique qui doit être nécessairement maintenu à une faible valeur pour des raisons de commutation, dans le cas de 50 pér./s.

2⁰ Le moteur Döry-Ettling à suspension par le nez.

Iwan Döry et Fritz Ettling ont soumis à notre expertise leurs calculs et leurs dessins de construction détaillés d'un moteur jumelé de 300 CV pour 50 pér./s, 280 V et 1020 A. Après avoir constaté que cette nouvelle construction est correcte et utilisable, nous en reproduisons, avec l'autorisation des auteurs, les coupes et les dessins de montage (fig. 1, 2 et 3), afin d'attirer l'attention des spécialistes sur cette solution nouvelle et remarquable. Il s'agit d'un moteur jumelé à suspension par le nez, destiné à être monté sur un essieu-moteur d'un véhicule-moteur. Tandis que, pour les véhicules-moteurs à courant monophasé à 16²/₃ pér./s, on monte normalement un seul moteur de 300 CV par essieu-moteur, la nouvelle disposition pour 50 pér./s prévoit deux moteurs jumelés, de 150 CV chacun, par essieu-moteur. La réduction de la longueur axiale du fer du rotor permet fort bien d'utiliser la place disponible entre les deux roues motrices le long de l'essieu. Nous montrerons que cette solution est correcte aussi bien au point de vue technique qu'économique.

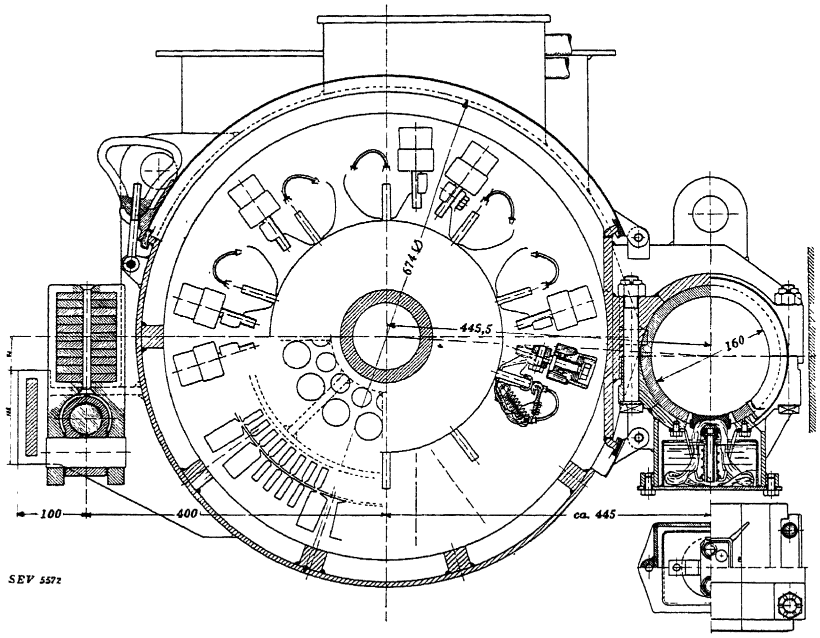
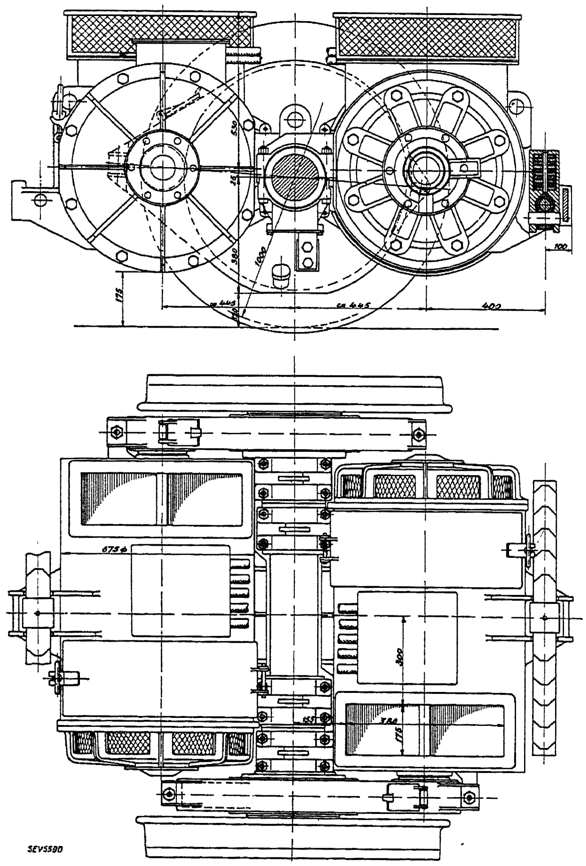


Fig. 2.
Coupe transversale du moteur individuel.



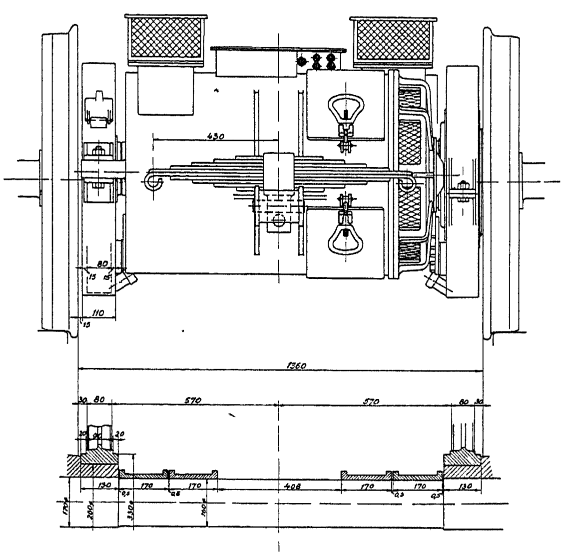


Fig. 3.
Dessins de montage du moteur jumelé dans les 3 projections.

Rapport de transmission	4,48 : 1
Ecartement des essieux	445,5 mm
Nombre de dents	82/17
Diamètre des roues motrices	1000 mm

Les figures indiquent que le projet de construction s'applique à un essieu pour voie normale avec roues de 1000 mm de diamètre de roulement. Le rotor de chacun des deux moteurs a un diamètre de 450 mm et une longueur axiale de 220 mm; les deux moteurs, dont la longueur axiale totale du fer rotorique est de 440 mm, fournissent un couple nominal de 111 kgm. A titre de comparaison, mentionnons qu'un moteur de traction normal pour 16²/₃

pér./s fournit ce couple avec un rotor de même diamètre, mais d'une longueur de fer de 300 mm, la constante *C* étant ainsi de 32 % plus favorable, ce qui est dû uniquement au fait qu'il s'agit d'un modèle plus grand, car les valeurs numériques de la charge linéaire du courant rotorique et de l'induction magnétique à 50 et à 16²/₃ pér./s peuvent rester en principe à peu près les mêmes pour des modèles de même grandeur. Dans la comparaison qui nous intéresse, il s'agit toutefois pour 16²/₃ pér./s d'un modèle pour 111 kgm et, pour 50 pér./s, d'un modèle pour 55,5 kgm seulement. En ce qui concerne les poids des moteurs, on doit constater que, selon les calculs, le moteur jumelé projeté pour 50 pér./s atteint un poids d'environ 2720 kg, y compris les pignons, les boîtiers et les paliers de support sur l'essieu, c'est-à-dire 24,5 kg/kgm, tandis qu'un moteur normal avec le même équipement pour 16²/₃ pér./s n'atteint qu'environ 15,0 kg/kgm. Par rapport à la puissance, le moteur jumelé pour 50 pér./s sera moins défavorable, car il doit être dimensionné pour des vitesses beaucoup plus élevées. La vitesse nominale de 1930 t/min prévue dans le projet pour 300 CV correspond à 9,1 kg/CV par rapport à 7,8 kg/CV pour un moteur normal de 300 CV à 16²/₃ pér./s.

Les données électriques proprement-dites du moteur jumelé pour 50 pér./s sont également basées sur le fait qu'il s'agit de deux moteurs individuels à 10 pôles, dont les rotors possèdent chacun un enroulement bouclé à 10 circuits et un flux polaire de 1,04 million de maxwells au couple nominal. L'exigence fondamentale pour un démarrage pratiquement exempt d'étincelles est réalisée ainsi par la faible tension de transformation de 2,3 V seulement. Pour 45 conducteurs rotoriques en série, la force électromotrice du moteur atteint environ 108 V, ce qui correspond à la puissance individuelle de 110 kW = 150 CV pour l'intensité nominale de 1020 A. La tension appliquée aux bornes du groupe des deux moteurs individuels couplés en permanence en série est de $2 \times 140 = 280$ V. L'enroulement rotorique est logé dans 75 encoches demi-fermées. L'enroulement statorique comporte un enroulement d'excitation à 10 circuits parallèles avec 18 conducteurs en série, un enroulement de compensation à 5 circuits parallèles avec 24 conducteurs en série et un enroulement de commutation à 10 circuits parallèles avec 28 conducteurs en série. Le collecteur de 310 mm de diamètre comporte 225 lames. L'entrefer est de 2,5 mm.

Voici maintenant quelques indications sur le facteur de puissance et le rendement du moteur jumelé pour 50 pér./s. Dans son travail sur les moteurs monophasés de traction, publié en 1919 dans la «Collection Vieweg», volume 44, J. Döry a traité avec une grande clarté le calcul préalable du facteur de puissance. D'après les formules et les chiffres mentionnés dans ce travail, les moteurs du projet en question possèdent déjà à la vitesse synchrone de 600 t/min un facteur de puissance d'environ 0,8: à la vitesse nominale, ce facteur n'est que de quelques pourcents inférieur à 1. En ce qui concerne le facteur de puissance, le moteur jumelé pour 50 pér./s n'est donc pas inférieur à un moteur normal pour 16²/₃ pér./s. Par contre, le rendement du moteur normal pour 16²/₃ pér./s est de 1 à 2 % plus élevé.

Pour l'équipement électrique de véhicules-moteurs alimentés par courant monophasé, il y a lieu de tenir compte non seulement du poids des moteurs, mais également du poids du transformateur qui est très important. Pour 50 pér./s, le poids des moteurs augmente par rapport à la fréquence 16²/₃ pér./s; par contre le poids du transformateur tombe. Ainsi, pour les puissances de 300 CV par essieu-moteur de l'exemple en question, la réduction de poids, que subit le transformateur, suffit pour compenser le supplément de poids des moteurs pour 50 pér./s par rapport à la fréquence de 16²/₃ pér./s. Ce résultat important pour la pratique est sans doute valable aussi pour un certain nombre d'autres puissances d'essieux-moteurs, pour lesquelles les dispositions à 16²/₃ pér./s, et à 50 pér./s, étudiées pour 300 CV, peuvent se concurrencer. En tout cas, la disposition prévue pour une puissance de 300 CV peut être considérée comme parfaitement justifiée aussi bien au point de vue technique qu'économique.

Les exploitations de chemins de fer que l'on désire alimenter par un courant monophasé pris directement des réseaux de distribution de force et de lumière à fréquence normale, ont donc maintenant une bien plus grande raison d'être qu'autrefois, puisqu'elles pourront disposer dorénavant de moteurs de traction à collecteur d'un fonctionnement parfait pour 50 pér./s [3]). Si l'on considère que l'électrification des grandes lignes de chemins de fer de notre globe est encore relativement bien peu développée, on peut donc s'attendre à un sensible développement des exploitations ferroviaires alimentées par du courant monophasé à 50 pér./s.

---

[3]) Il va de soi que les exécutions de ces moteurs ne se bornent pas uniquement au type à suspension par le nez qui vient d'être décrit, mais également à d'autres types, les principes restant les mêmes.

Ein neuer Regelverbrauchstarif für Kleinwohnungen in Zürich.

Von *O. Hasler*, Zürich.

621.317.8 : 64(494)

Es wird ein Regelverbrauchstarif beschrieben, den das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich für Kleinwohnungen mit elektrischer Küche eingeführt hat. Es handelt sich um einen ganz einfachen Zweistufen-Regelverbrauchstarif. Er reduziert die Kosten des Werkes für Messung und Verrechnung der Energie beträchtlich.

L'auteur décrit un tarif dégressif à tranches normales de consommation introduit récemment par le Service de l'Electricité de la Ville de Zurich pour les petits appartements qui ont une cuisinière électrique. Il s'agit là d'un tarif dégressif simple à deux tranches, qui réduit d'une façon appréciable les frais de relevé des compteurs et de facturation de l'énergie.

In Zürich erfolgt die Messung und Verrechnung der für Beleuchtung bezogenen Elektrizität ausschliesslich nach Doppeltarif. Die durchschnittlichen Jahreskosten für Verzinsung, Abschreibung und Unterhalt der Doppeltarifzähler und der Schaltuhren mit den Kosten für die Bezügerkontrolle und das Kassawesen betragen im Mittel pro Zähler etwa Fr. 15.— im Jahr. In Wohnungen mit elektrischer Küche wurde bisher für die Messung der Kochenergie ein zweiter Zähler aufgestellt, dessen Jahreskosten mit etwa Fr. 12.— eingesetzt werden können. Diese festen Kosten von etwa Fr. 27.— im Jahr für Messung und Verrechnung der elektrischen Energie beeinträchtigen stark die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsversorgung von Kleinwohnungen. Da die meisten in Zürich erstehenden Neubauten Kleinwohnungen mit 1—2—3 Zimmer enthalten, war es gegeben, für diese einen Ein-Zähler-Regelverbrauchstarif zu schaffen, um die Unkosten für Messung und Verrechnung zu verringern.

Vor zwei Jahren führte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) provisorisch den folgenden Zwei-Stufen-Regelverbrauchstarif *für Kleinwohnungen mit elektrischen Küchen* ein:

Erste Stufe (Regelverbrauch):	50 Rp./kWh
Zweite Stufe:	6 Rp./kWh

Regelverbrauch:

	pro Sommermonat kWh	pro Wintermonat kWh	im Jahr kWh	im Jahr Fr.
für 1-Zimmer-Wohnung	5	8	78	39.—
» 2- »	7	10	102	51.—
» 3- »	9	12	126	63.—

Bei einer einfachen 2-Zimmer-Wohnung ohne elektrische Küche betragen die mittleren Jahreseinnahmen für Licht und Kleinapparate je nach Wohnlage etwa 40 bis 50 Fr., wovon etwa 30 bis 35 Fr. auf den Hochtarif und 10 bis 15 Fr. auf den Niedertarif entfallen. Ursprünglich war beabsichtigt, einen 3-Stufen-Regelverbrauchstarif mit 50—20—6 Rp./kWh einzuführen, was in Uebereinstimmung mit den bisher bekannten Regelverbrauchstarifen gestanden hätte. Um die Verrechnung auf eine einfache Formel zu bringen, was mit Rücksicht auf die maschinelle Ausfertigung der Energierechnungen beim EWZ äusserst erwünscht war, wählte man die denkbar einfachste Form eines Regelverbrauchstarifs mit nur zwei Preisstufen. Dies verringert auch die Verwaltungskosten, indem ein Mann beim 2-Stufen-Tarif etwa 1000 Rechnungen, beim 3-Stufen-Tarif hingegen nur etwa 700 im Tag ausfertigen wird.

Die finanziellen Vorteile für das Werk sind aus der folgenden Gegenüberstellung ersichtlich.

Annahme: 2-Zimmer-Wohnung.

a) Alter 2-Zähler-Tarif:

	Bezug kWh	Preis Rp./kWh	Betrag Fr.	Mittl. Preis Netto-Einnahme d. Werkes Rp./kWh
Licht (Doppeltarif)	72	· 50 =	36.—	
	75	· 20 =	15.—	
	147		51.—	
Kochen (Einfachtarif)	800	· 6 =	48.—	
Total	947		99.—	entspr. 10,4
abzüglich Unkosten für 2 Zähler		=	28.—	
	947		71.—	entspr. 7,5

b) Neuer 1-Zähler-Regelverbrauchstarif:

	Bezug kWh	Preis Rp./kWh	Betrag Fr.	Mittl. Preis Netto-Einnahme d. Werkes Rp./kWh
Erste Stufe (Licht)	102	· 50 =	51.—	
Zweite Stufe (Wärme)	845	· 6 =	50.70	
Total	947		101.70	entspr. 10,7
abzüglich Unkosten für 1 Zähler		=	12.—	
	947		89.70	entspr. 9,47

Die Nettoeinnahmen pro kWh sind also beim Regelverbrauchstarif nach Abzug der festen Kosten etwa 26 % höher als im ersten Fall. Die genannten Regelverbrauchszahlen wurden seither im Sommer um je 6 kWh herabgesetzt, wodurch sich der Bruttomittelpreis von 10,7 auf 10,4 Rp./kWh ermässigte.

Das Werk ist bei diesem Tarif gegen die widerrechtliche Entnahme von Beleuchtungsenergie ab dem Stromkreis für Wärmeanwendungen gesichert, was von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Für den Bauherrn besitzt dieser Regelverbrauchstarif ebenfalls gewisse Vorteile, indem der Platz und die Kosten für die zweite Zählerplatte eingespart und die Installation etwas vereinfacht wird.

Von Fachleuten wird gegen diese einfache Form des Regelverbrauchstarifs sicherlich der Einwand erhoben, dass er den verschiedenartigen Verhältnissen der städtischen Wohnbevölkerung nicht Rechnung trage, indem der Regelverbrauch für luxuriösere Wohnungen nicht mit dem zu erwartenden Verbrauch von Beleuchtungsenergie übereinstimme. Dieser Einwand ist richtig. Hingegen ist zu bemerken, dass in Zürich dieser vereinfachte Regelverbrauchsatrif nur für einfache Kleinwohnungen von 1 bis 3 Zimmern mit einem relativ niedrigen Mietwert angewendet wird. Für herrschaftliche Woh-

nungen findet vorläufig noch der 2-Zähler-Tarif Anwendung, wenn ein elektrischer Kochherd vorhanden ist. Ergänzend ist noch zu bemerken, dass in Kleinwohnungen, wo neben dem elektrischen Herd noch ein Heisswasserspeicher benützt wird, ein Doppeltarif zur Anwendung gelangt. Die in der Zeit von 21½ bis 6½ Uhr verbrauchte (Nacht-)Energie wird ausschliesslich zum Nachttarif verrechnet; die übrige Verrechnung bleibt gleich wie beim Einfachtarifzähler.

Dieser Regelverbrauchstarif hat noch den grossen Vorteil, dass er dem Werk annähernd gleiche Einnahmen sichert, auch wenn sich die «Kaltlichtlampe» im Haushalt einbürgern sollte.

Schwingungsfreie Seile für Freileitungen.

Von *M. Preiswerk*, Neuhausen. 621.315.056.3 : 621.315.146

Ein schwingungsfreies Seil nach Bull. SEV 1934, Nr. 10, bestehend aus einem Aldrey-Hohlseil und einem in der Höhlung gespannten Stahldraht war während 14 Monaten in einer schwingungsgefährdeten Gegend in Betrieb. Das Seil blieb in Ruhe, während die gewöhnlichen Seile während mindestens ⅔ der Zeit starke Schwingungen ausführten. Das schwingungsfreie Seil zeigte bei peinlich genauer Untersuchung keinerlei Abnützung.

Un câble anti-vibrant selon Bull. ASE 1934, No. 10, se composant d'un câble creux en Aldrey à l'intérieur duquel est tendu un fil d'acier, a été pendant 14 mois en service dans une contrée sujette aux vibrations. Ce câble resta immobile, alors que les câbles ordinaires exécutèrent de fortes vibrations pendant plus des ⅔ de ces temps. Un examen minutieux du câble anti-vibrant ne révéla aucune usure.

Unter dem Titel «Ein Mittel zur Dämpfung der Schwingungen von Freileitungsseilen» erschien im Bull. SEV 1934, Nr. 10, ein Aufsatz, in welchem die Theorie, die Wirkungsweise und die Konstruktionsmöglichkeit schwingungsfreier Seile beschrieben war. Im Sommer 1934 wurde in einer für die Entstehung von Schwingungen besonders gefährdeten Gegend ein solches Seil, bestehend aus einem Hohlseil von 30 Aldreydrähten von 2,5 mm Durchmesser und einem in die Höhlung eingelegten Stahldraht von 3,5 mm Durchmesser, ausgespannt. Während ein daneben unter gleichen Verhältnissen montiertes Normalseil mindestens in ⅔ der Zeit starke Schwingungen ausführte, war das schwingungsfreie Seil praktisch vollständig in Ruhe, was an Hand von Rekorder-Diagrammen nachgeprüft wurde. An diesem Seil war gelegentlich ein leichtes Klirren festzustellen, welches davon herrührte, dass die Stahleinlage von der Hohlseilwandung abgehoben wurde. Man stellte die Frage, ob durch diese leichte Hämmerwirkung zwischen Hohlseil und Einlage eine Abnützung auftreten werde. Deshalb nahm man, nach einer Versuchszeit von 14 Monaten, das Seil herunter und untersuchte es genau. Eine Abnützung der Aldreydrähte durch das Schlagen der Stahleinlage war auch bei starker Vergrösserung nicht festzustellen. Der Zinküberzug der Stahleinlage war ebenfalls vollständig intakt. Er wurde nach dem bekannten Verfahren durch viermaliges Eintauchen während je einer Minute in Kupfersulfatlösung untersucht, wobei sich keinerlei Niederschlag bildete.

Dieses günstige Versuchsresultat rechtfertigt die Annahme, dass die Lebensdauer einer Leitung aus schwingungsfreien Seilen durch eine Abnützung zwischen Einlage und Hohlseil in keiner Weise beeinträchtigt sein werde. Die Beanspruchungen bei der normalen Ausführung werden auch noch bedeutend kleiner sein, da einesteils bei diesem Versuchsseil absichtlich das Spiel zwischen Einlage und Hohlseil verhältnismässig gross war und damit auch die Hämmerwirkung stärker sein konnte, anderntenteils die Schwingungsgefährdung kaum irgendwo so ausgesprochen gross sein wird, wie bei dieser Versuchsanlage. Das Bedenken, dass schwingungsfreie Seile sehr raschen Abnützungen ausgesetzt seien, ist also gegenstandslos.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Wirkung des elektrischen Stromes auf den Organismus.

612.014.425

In Amerika wurden Untersuchungen über die tödliche Wirkung der Elektrizität auf Ratten durchgeführt. Es wurden Spannungen von 100 bis 4000 Volt und Frequenzen von 30, 60, 90, 330, 500 und 750 Per./s verwendet. Für die Dauer des Stromdurchganges wurden Zeitintervalle von $^1/_{10}$ bis 30 s gewählt, nachdem es sich gezeigt hatte, dass bei kleineren Durchflusszeiten überraschend hohe Ströme erforderlich gewesen und an den Kontaktstellen, die sich an den vier Beinen befanden, Brandwunden entstanden wären. Als Kontakte wurden Federklemmen verwendet, die zur Verringerung des elektrischen Widerstandes und zur Vermeidung von Brandwundenbildung mit in gesättigter Salzlösung getränkter Watte gepolstert waren. Die Energiezufuhr erfolgte über einen regulierbaren Transformator. Die Dauer des Stromdurchganges wurde mit zwei automatisch gesteuerten Schaltern genau eingestellt. Der eine davon, transformatorprimärseitig eingebaut, schaltete den Strom jeweils dann ein, wenn der Momentanwert der sinusförmigen Spannungskurve durch Null ging, während der zweite am Ende der Durchflusszeit den Sekundärkreis kurzschloss. Dadurch wurden beim Ausschalten entstehende Neben- oder Gegenspannungen unwirksam gemacht. Strom und Spannung wurden mit Volt- und Ampèremeter, bei kleineren Intervallen mit einem Oszillographen ermittelt, der gleichzeitig auch zur Kontrolle der Durchflusszeiten diente.

Aus Fig. 1 und 2 sind die quantitativen Versuchsresultate ersichtlich. Beim Menschen wie beim Tier tritt der Tod durch Elektrizität im allgemeinen infolge Herz- oder Atemstillstand ein. In einigen Fällen von langer Elektrisierungsdauer konnte bei den vorliegenden Untersuchungen auch Erstarrung zusammen mit übermässiger Steigerung der Körper-

temperatur, Hyperpyrexie, festgestellt werden. Die Steigerung der Körpertemperatur, die durch Stromwärme entstand, konnte mit einem empfindlichen, in den After eingeführten Thermometer nachgewiesen werden. Die tödliche Spannung variierte stark, während der tödliche Minimalstrom fast bei allen Tieren gleich blieb. Die Oszillogramme zeigten, dass bei Eintritt des Todes der elektrische Widerstand sank und der Strom, bei 60 Per./s und $^1/_{10}$ s Dauer z. B., um ca. 4 % zunahm. Ferner war bei gleicher Elektrisierungsdauer der zum Herz- oder Atemstillstand führende Strom grösser bei hohen als bei niedrigen Frequenzen. Für die gebräuchlichsten Netzfrequenzen haben die Kurven, welche die Abhängigkeit vom tödlichen Minimalstrom und von der Zeit dar-

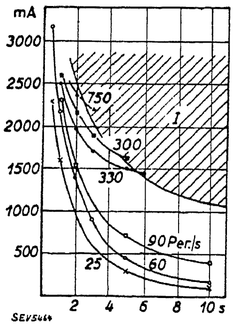


Fig. 1.
Minimalstöme in mA für verschiedene Frequenzen in Abhängigkeit von der Durchflusszeit in s.
I Gebiet der Hyperpyrexie.

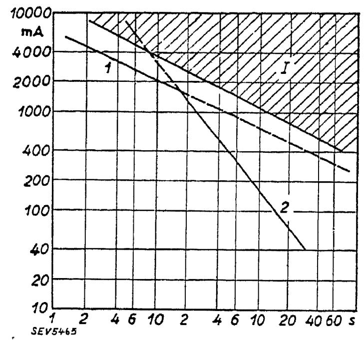


Fig. 2.
Tödliche Minimalströme in mA in Abhängikeit der Durchflusszeit in s für 60 Per./s.
1 Herzstillstand.
2 Atmungsstillstand.
I Gebiet der Hyperpyrexie.

stellen, nahezu die Form zweier ineinander übergehender Hyperbeln. Hohe Ströme bei kurzen Durchgangszeiten bewirken im allgemeinen Stillstand der Herztätigkeit, während kleine Ströme bei langen Durchgangszeiten Stillstand der Atemtätigkeit zur Folge haben. Kleinere Ströme als die, welche zur Stillegung der Herz- oder der Atemtätigkeit nötig sind, können bei hohen Frequenzen auch den Tod durch Hyperpyrexie zur Folge haben.

Wenn auch anzunehmen ist, dass die Verhältnisse von Durchflusszeit zu tödlichem Minimalstrom bei Mensch und Tier verschieden sind, so dürften die vorliegenden Untersuchungen doch einen wertvollen Beitrag zum Studium der Wirkung des elektrischen Stromes auch auf den menschlichen Organismus sein. — (A. G. Conrad u. H. W. Haggard, Electr. Engng, März 1934.) *E. H. S.*

Ein Kathodenstrahl-Oszillograph für Polar-Koordinaten.

621.317.755

Auf der bevorstehenden Berliner Funkausstellung wird ein neuer Kathodenstrahl-Oszillograph gezeigt werden, bei

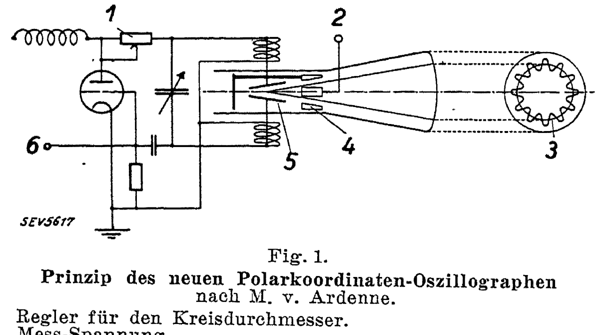


Fig. 1.
Prinzip des neuen Polarkoordinaten-Oszillographen nach M. v. Ardenne.
1 Regler für den Kreisdurchmesser.
2 Mess-Spannung.
3 Kontrolle der Kreisform durch Vergleich mit dem Nullkreis der Mess-Skala.
4 Zylinderkondensator zur radialen Auslenkung.
5 Einstellung auf Kreisform durch Abgleich der Ablenkamplitude. (Die Notwendigkeit des Phasenabgleichs fällt bei dieser Schaltung fort.)
6 Synchron-Spannung.

dem nicht wie üblich rechtwinklige Koordinaten, sondern Polar-Koordinaten verwendet werden, d. h. an Stelle einer geradlinigen Zeitaxe wird eine Kreislinie benutzt. Fig. 1 zeigt das Prinzip des neuen Polar-Koordinaten-Oszillographen. Während bei der bekannten Braunschen Röhre zwei Paare von Ablenkplatten den Kathodenstrahl in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegen, ist bei der neuen Röhre ein Zylinderkondensator das charakteristische Merkmal. Wenn

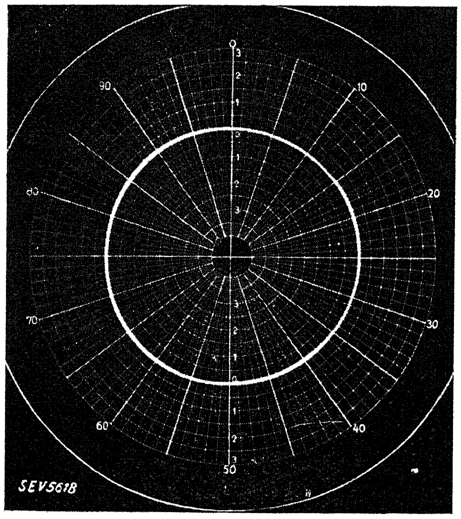


Fig. 2.
Polarkoordinaten-Netz mit Zeitkreis-Oszillogramm, zum Beweis für die mit dem neuen Gerät erzielte gute Kreisform.

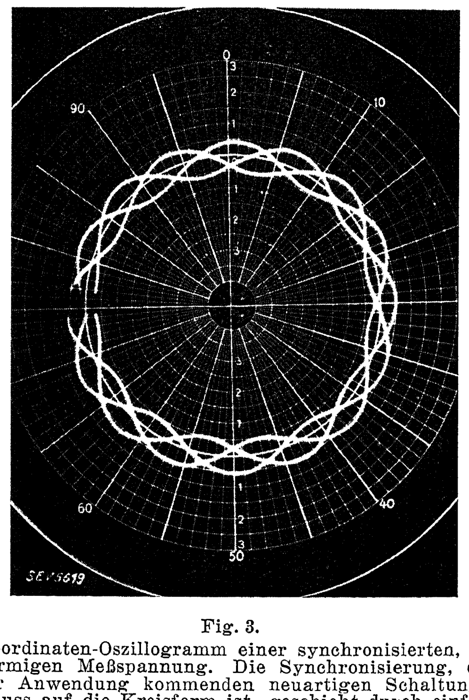


Fig. 3.
Polarkoordinaten-Oszillogramm einer synchronisierten, nahezu sinusförmigen Meßspannung. Die Synchronisierung, die bei der zur Anwendung kommenden neuartigen Schaltung ohne Einfluss auf die Kreisform ist, geschieht durch einfache Mitnahme.

die Meßspannung null oder zeitlich konstant ist, beschreibt der Kathodenstrahl auf dem Leuchtschirm eine Kreislinie (Fig. 2). Wird eine sinusförmige Meßspannung angelegt, so entsteht eine sternartige Figur (Fig. 1), bzw. eine gewellte Kreislinie. In Fig. 3 sind drei solche Kurven übereinandergelagert.

Folgende besondern Vorzüge sind dieser Methode, die von M. v. Ardenne stammt, eigen: Die Strahlgeschwindigkeit ist konstant; das Oszillogramm gelangt ohne Zeitlücken zur Auf-

zeichnung; die Länge der Zeitlinie ist bei gegebenem Schirmdurchmesser etwa 3mal so gross wie bei der üblichen geradlinigen Ablenkung (rechtwinklige Koordinaten).

Auf dem Fluoreszenzschirm wird eine Mess-Skala in Polar-Koordinaten angebracht (Fig. 2 und 3).

Es sei besonders hervorgehoben, dass mit diesem Oszillographen ausserordentlich kurze Zeiten genau gemessen werden können. Die kürzeste mit dem Instrument erreichbare Umlaufzeit beträgt etwa 1/200000 s. Da der Kreisumfang der Meßskala 300 mm beträgt, entspricht 1 mm des Oszillogramms der ausserordentlich kurzen Zeit von 1/60 μs. Erteilt man dem Kathodenstrahl eine geringe Umlaufgeschwindigkeit, z. B. 1/50 s, so können verhältnismässig lange Zeitstrecken, bzw. langdauernde elektrische Vorgänge aufgezeichnet und studiert werden.

Das neue Gerät wird von der Leybold und von Ardenne Oszillographen-Gesellschaft in Berlin hergestellt.

A. Stäger, Zürich.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Radiostörungen durch schwache Kontaktströme an stark geriffelten Fahrleitungen elektrischer Bahnen.

Von *W. Gerber*, Bern. 621.396.823

An stark geriffelten Fahrleitungen zeigt die Störkennlinie (Störspannung am Fahrdraht in Funktion des Kontaktstromes) im Gebiet kleiner Kontaktströme ein extremes Maximum; es trennt die Störkennlinie in eine Löschfunken- und eine Lichtbogenzone.

Die Arbeit enthält Oszillogramme verschiedener Bügelströme eines fahrenden Tramwagens.

Sur les lignes de contact fortement cannelées, la caractéristique de perturbation (tension de perturbation au fil de contact en fonction du courant de contact) accuse un maximum extrême dans la zone des faibles courants de contact; ce maximum divise la caractéristique en une zone d'étincelle soufflée et une zone d'arc.

L'article contient des oscillogrammes relatifs à différents courants d'archet d'une voiture de tramway en marche.

Es ist aus der Literatur bekannt[1]), dass an stark geriffelten Fahrleitungen elektrischer Bahnen im Bereich kleiner Kontaktströme *extreme Störspannungen* auftreten; an schweizerischen Strassenbahnen gemessene Höchstwerte erreichen die Grössenordnung von 10 V.

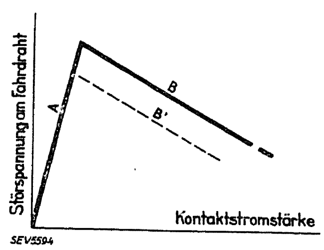


Fig. 1.
Störspannung in Funktion der Kontaktstromstärke.
A Löschfunkenzone — Totalunterbrechungen.
B Lichtbogenzone — Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen.
B' Störkennlinie bei schwächerer Riffelung, d. h. kleineren Distanzierungen am Wanderkontakt.

Das Störungsmaximum liegt entsprechend Fig. 1 beim Uebergang von Löschfunken zu kontinuierlichen Lichtbogen, d. h. beim Uebergang von Totalunterbrechungen zu Schwankungen des Kontaktwiderstandes in endlichen Grenzen.

Für den kleinen Kontaktstrom $I_k = 0{,}5$ A (Beleuchtungsstrom) zeigt Fig. 3 das Auftreten sehr häufiger Totalunterbrechungen; das System Stromabnehmer-Fahrdraht wirkt als

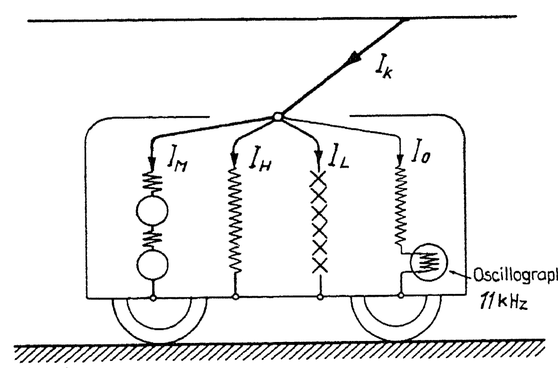


Fig. 2.
Oszillographieren des Kontaktstromes I_k im Tramwagen während der Fahrt.

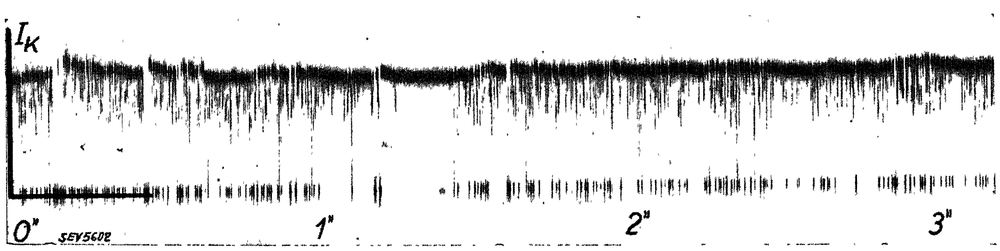


Fig. 3.
$I_k = 0{,}5$ A. Oszillogramm des Beleuchtungsstromes bei starker Riffelung der Fahrleitung.

Zum praktischen Nachweis dieser Hypothesen hat die *PTT* in Zusammenarbeit mit der *Direction des Tramways de Neuchâtel* verschiedene Kontaktströme an einer stark geriffelten, zweidrähtigen Fahrleitung (± 600 V —) in der Schaltung nach Fig. 2 *oszillographisch registriert.*

Löschfunkensender, entsprechend der Zone A in Fig. 1. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h legte der Wagen in der Sekunde ca. 800 cm zurück. Das Oszillogramm des Beleuchtungsstromes zeigt nun stellenweise, trotz der zweidrähtigen Fahrleitung, eine Feinstruktur, bzw. Dichte von ca. 200 bis 250 Totalunterbrechungen pro Sekunde; daraus folgt ein Abstand der Totalunterbrechungen am Fahrdraht von

$$\frac{800 \text{ cm}}{200 \ldots 250} \sim 3 \ldots 4 \text{ cm}$$

welcher mit der mittleren Wellenlänge der Riffeln von 3,7 cm praktisch übereinstimmt. Ueber kleinere Strecken führte also jeder einzelne Riffel zu einer Totalunterbrechung des Be-

[1]) Neuere Ergebnisse in der Beseitigung der Störungen des Rundfunkempfanges durch den Strassenbahnbetrieb. F. Eppen. ETZ 1927, S. 97.
Radiostörungen durch Bahnsignale mit Beidrähten. W. Gerber. Bull. SEV 1935, Nr. 5.
Radio-Störkennlinien und Fahrdrahtpolarität elektrischer Bahnen. W. Gerber. Techn. Mitt. Schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1935, Nr. 2.
Ueber lichtbogenfreie Unterbrechung elektrischer Ströme. W. Burstyn. ETZ 1920, S. 503.

leuchtungsstromes. Dadurch sind am Fahrdraht die extremen Störspannungen, welche Fig. 4 zeigt, entstanden.

Mit zunehmendem Kontaktstrom I_k verschwinden die Totalunterbrechungen am Fahrdraht; es entstehen kontinuierliche Lichtbogen und damit Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen.

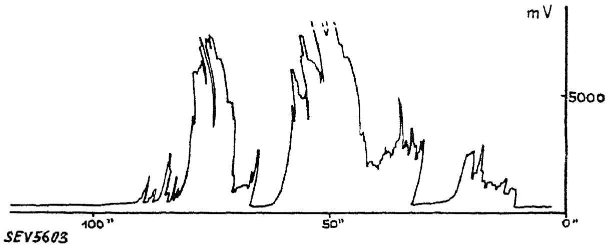


Fig. 4.
Störspannung am Fahrdraht, bei feststehendem Störmessplatz, für I_k = 0,5 A. Messfrequenz 700 kHz.

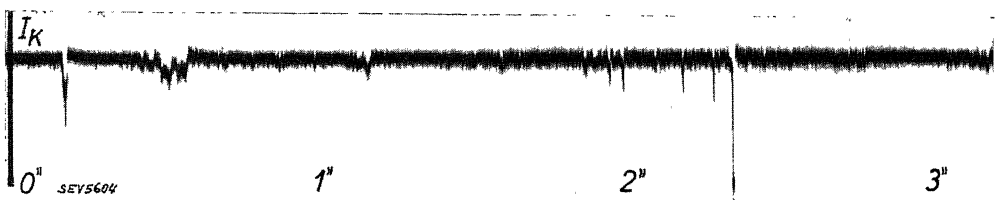


Fig. 5.
I_k = 7 A. Heizstrom-Oszillogramm bei starker Riffelung der Fahrleitung.

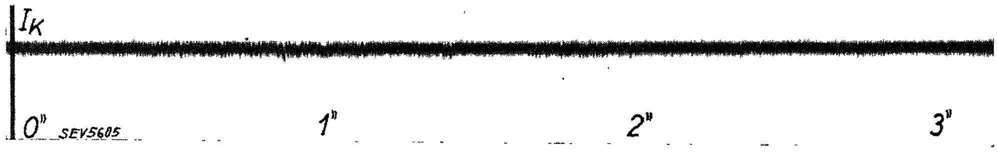


Fig. 6.
I_k = 50 A. Fahrstrom-Oszillogramm bei starker Riffelung der Fahrleitung.

Entsprechend den stark reduzierten Schwankungen des Kontaktstromes bei I_k = 50 A (vgl. Fig. 6) ist auch die Störspannung am Fahrdraht bedeutend kleiner geworden. Das diesbezügliche Stördiagramm, Fig. 7, enthält allerdings noch den Störungsanteil der Triebmotoren und der Schaltvorgänge.

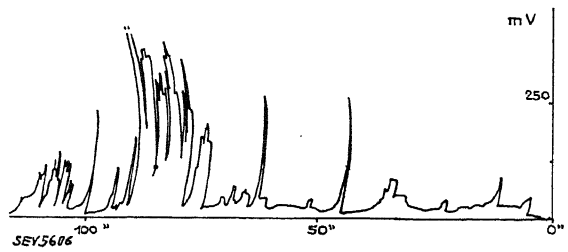


Fig. 7.
Störspannung am Fahrdraht, für I_k = 50 A.

Die Fig. 8 und 9 zeigen noch zwei typische Beleuchtungsstrom-Oszillogramme für Fahrleitungen mässiger Rauhigkeit. Fig. 8 beweist besonders, dass der *Kontaktwiderstand praktisch innerhalb der Grenzen von 0 bis ∞ schwankt.*

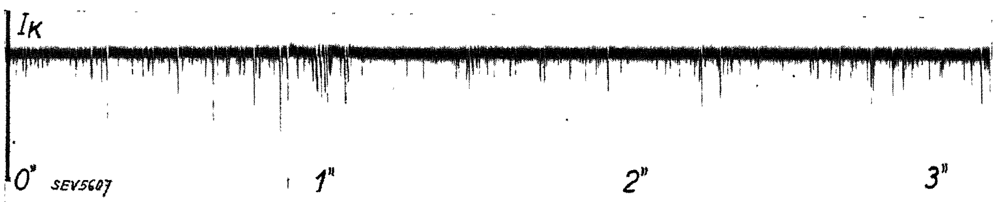


Fig. 8.
I_k = 0,5 A. Oszillogramm des Beleuchtungsstromes bei mässiger Rauhigkeit der Fahrleitung.

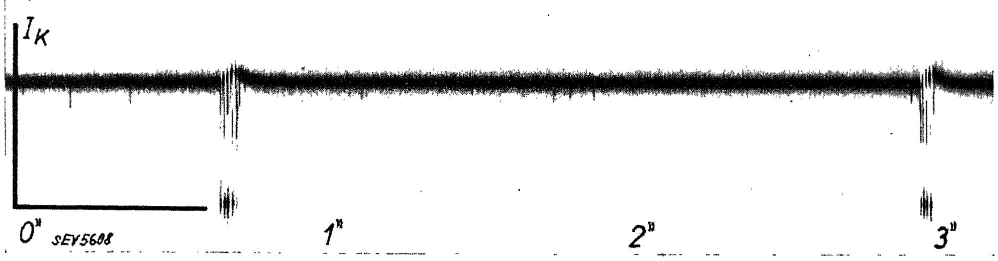


Fig. 9.
I_k = 0,5 A. Oszillogramm des Beleuchtungsstromes bei mässiger Rauhigkeit der Fahrleitung und langsamer Fahrt. Totalunterbrechungen an den Aufhängepunkten der Fahrleitung.

Die Anwendung von Hochfrequenzströmen in Medizin und Chirurgie.

615.846

Vorliegende Abhandlung behandelt im wesentlichen die dem sogenannten «Diathermieverfahren» oder, deutsch, dem Durchwärmungsverfahren zugrunde liegenden physikalischen Erscheinungen.

Das Prinzip dieser Methode beruht bekanntlich auf der Erwärmung auch tiefer liegender Körperteile durch elektrische Ströme. Wegen der Gefahr elektrolytischer Zersetzung kommen Gleichstrom und niederfrequenter Wechselstrom nicht in Frage. Hochfrequenzströme bewirken infolge der Trägheit und sonstigen geringen Beweglichkeit der Ionen keine Elektrolyse und damit auch keine elektrische Reizung des Nervensystems. Macht man eine der Elektroden sehr klein, so entsteht an derselben eine sehr hohe Stromdichte, wodurch eine äusserst starke lokale Erhitzung, ja sogar ein kleiner Lichtbogen an der Elektrode eintritt. Auf diese Weise ist es möglich, mit einer nadel- oder messerförmigen Elektrode Schnitte auszuführen. Die Methode hat noch den Vorteil der automatischen Sterilisation der Schnittfläche und der Verstopfung der Blutgefässe. Da der menschliche Körper aus Stoffen besteht, welche sowohl elektrische Leitfähigkeit als dielektrische Eigenschaften aufweisen, besitzt er für Wech-

selströme sehr hoher Frequenz beträchtliche kapazitive Eigenschaften.

Der durch eine Kapazität fliessende Wechselstrom besteht aus zwei Komponenten, dem dielektrischen Verschiebungsstrom

$$I_v = \omega C U_0 \sin \omega t \quad A \tag{1}$$

welcher der angelegten Spannung $U_0 \cos \omega t$ in der Phase um 90° voreilt, und dem Verluststrom

$$I_L = \frac{S U_0 \cos \omega t \cdot G_\omega}{d} \tag{2}$$

welcher mit der angelegten Spannung in Phase ist. Dabei bedeutet ω die Kreisfrequenz, U_0 die Spannungsamplitude in V, C die Kapazität in μF, S die Elektrodenfläche, G_ω die Verlustleitfähigkeit, die von der Frequenz ω abhängt, und endlich d die Dicke der dielektrischen Schicht. Nur diese letzte Stromkomponente trägt zur Erwärmung des Dielektrikums bei, wobei zu beachten ist, dass die Verluste zum Teil rein ohmscher, zum Teil dielektrischer Natur sind. Eine sichere Vorausberechnung der im menschlichen Körper auftretenden Erwärmung ist bis heute noch nicht möglich, da die elektrischen Konstanten der verschiedenen Körperteile noch zu wenig bekannt sind.

Die für die dielektrischen Verluste massgebenden Faktoren sind hauptsächlich die Ionenbewegungen und die Energieverluste, die durch die ständige Umorientierung der Dipolmoleküle im Wechselfelde verursacht werden. Die Dipolmoleküle treten nur bei Hochfrequenz in Erscheinung. Nach Debye ist das durch die Dipole hervorgerufene elektrische Moment pro cm³ mit der Dielektrizitätskonstanten durch folgende Gleichung verbunden

$$P \cdot F = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot F \tag{3}$$

P bedeutet dabei die elektrische Polarisation und F die Feldstärke. $P \cdot F$ ergibt dann das elektrische Moment der Volumeinheit.

Beim Anlegen eines elektrischen Feldes suchen sich die Dipolmoleküle im Sinne desselben zu orientieren. Diese Orientierung ist infolge der Temperaturbewegung nicht vollkommen. Es bleibt aber dennoch eine endliche Polarisation übrig von der Grösse

$$P = \frac{N \mu^2 \varphi}{3 M k T}, \tag{4}$$

μ bedeutet hier das absolute elektrische Moment des Moleküls, N die Avogadrosche Zahl, M das Molekulargewicht, ϱ die Dichte, T die absolute Temperatur und $k = 1{,}372 \cdot 10^{-16}$ $\frac{\text{erg}}{\text{grad}}$ die Boltzmannsche Konstante. Dieser Betrag des elektrischen Momentes stellt sich nur bei Gleichstrom oder niederfrequentem Wechselstrom ein, da für die Einstellung der Dipole eine gewisse Zeit nötig ist. Schaltet man z. B. plötzlich das Feld aus, so klingt die Polarisation ab nach der Gleichung

$$P = P_0 \, e^{-\frac{t}{\tau}} \tag{5}$$

wo t die Zeit und τ die sogenannte Relaxationszeit oder Zeitkonstante bedeutet. Die Zeitkonstante hängt von der Temperatur und der Zähigkeitskonstanten η der betrachteten Lösung ab und ist durch die Gleichung gegeben:

$$\tau = \frac{4 \pi \eta r^3}{k T}, \tag{6}$$

r stellt dabei den Radius des betreffenden Dipolmoleküls dar, T die absolute Temperatur und k die Boltzmannsche Konstante.

Ist nun die Periodendauer des benutzten Wechselfeldes gross im Verhältnis zu τ, so ist die Anwendung der Gleichung (3) gestattet. Wird hingegen die Periodendauer klein gegenüber τ (Hochfrequenz), so können die Dipole dem Felde nicht mehr folgen. Die mittlere Polarisation und damit die Dielektrizitätskonstante nehmen dann mit steigender Frequenz ab.

Der Diathermieapparat in Verbindung mit dem zu behandelnden Patienten kann durch die in Fig. 1 gezeichnete Ersatzschaltung dargestellt werden. C_P und R_P stellen die Kapazität und den Verlustwiderstand des menschlichen Körpers dar. C_t ist der Abstimmkondensator des Apparates. Er dient sowohl zur Abstimmung der Kombination Körper-Apparat auf die gewünschte Frequenz als auch zur Regulierung der Körperstromstärke durch entsprechende Verstimmung.

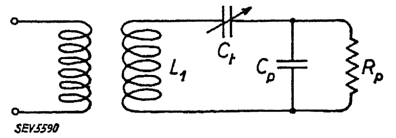


Fig. 1.
Ersatzschaltung des Diathermieapparates in Verbindung mit dem Patienten.

Einige experimentelle Werte über die an verschiedenen Körperstellen erhaltenen Temperaturerhöhungen gibt Tabelle I. Der Strom wurde in diesem Falle von Hand zu Hand geleitet und betrug 0,4 Amp.

Temperaturerhöhungen. Tabelle I.

Körperstelle	Temperatur-erhöhung °C	Temperatur-bereich
Handgelenk, vorn .	3,3	34,5 ... 37,8
Ellbogen, vorn . .	2,2	35,0 ... 37,2
Achselhöhle . . .	1,3	37,1 ... 38,4
Mund	1,4	36,5 ... 37,9
Leistengegend . .	0,6	37,2 ... 37,8

Fig. 2 gibt eine aus Experimenten mit verschiedenen Versuchspersonen gewonnene Abhängigkeit des Körperwiderstandes von der Frequenz wieder. Als Abszissen sind die Frequenzen in logarithmischer Skala, als Ordinaten die von Hand zu Hand gemessenen Widerstände eingetragen.

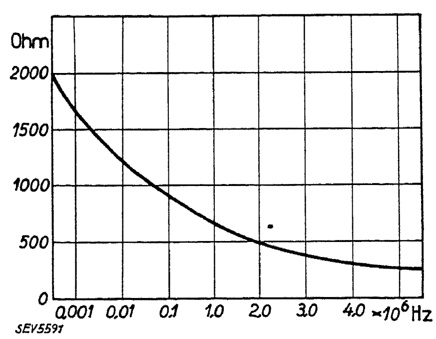


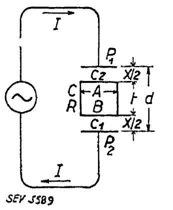
Fig. 2.
Von Hand zu Hand gemessener Widerstand in Ohm, in Funktion der angelegten Frequenz in 10⁶ Hz.

Von praktischer Wichtigkeit ist die Frage der Wellenform. Ungedämpfte Wellen sind den gedämpften Wellen (Löschfunkenapparate) vorzuziehen, da sie das Nervensystem weniger reizen.

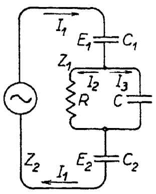
Ultrakurzwellentherapie.

In neuerer Zeit werden für therapeutische Zwecke auch sogenannte Ultrakurzwellen verwendet. Es handelt sich dabei um Frequenzen von $1{,}2 \cdot 10^8 - 0{,}38 \cdot 10^8$ Hertz. Man hat die Erfahrung gemacht, dass die biologische Wirkungsweise dieser Ströme von derjenigen der üblichen Radiofrequenzen wesentlich verschieden ist. Bei Anwendung von Ultrakurzwellen werden keine Berührungselektroden verwandt, sondern die zu behandelnde Person wird in das Feld eines Kondensators mit Luftzwischenräumen gebracht, wie Fig. 3a schematisch andeutet. Die zugehörige elektrische Ersatzschaltung ist in Fig. 3b gegeben. Der Körper selbst ist durch die Kapazität C

mit dem parallel geschalteten Verlustwiderstand R vertreten. Die Luftzwischenräume bilden die Kapazitäten C_1 und C_2. Das ganze System besitzt eine bestimmte Impedanz Z_s. Für eine vom Generator gelieferte Spannung $U = U_0 \sin \omega t$ erhält man den Strom $I = \frac{U_0 \sin(\omega t + \Theta)}{Z_s}$. Der Absolutwert von Z_s und die Phasenverschiebung Θ können als Funk-



a



b

Fig. 3.

a
Therapie mit Ultrakurzwellen.
B Patient.

b
Ersatzschaltung zu Fig. 3a.

tion der Schaltelemente von Fig. 3b berechnet werden. Die Impedanz des Körperkreises allein ist

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C}, \qquad j = \sqrt{-1}$$

Der reelle Teil (ohmsche Komponente) wird dann

$$\frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2}$$

und für hohe Frequenzen mit grosser Annäherung $\frac{1}{\omega^2 C^2 R}$.

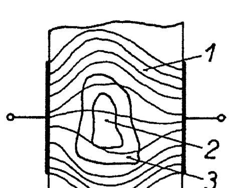
Nach dem Jouleschen Gesetz ist die in einem Widerstand verbrauchte Leistung in Kalorien $= 0{,}24\, I^2 R$. Bezeichnen noch U_{eff} und I_{eff} die Effektivwerte der Spannung und Stromstärke, so ist nach bekannten Wechselstromregeln die verbrauchte Leistung

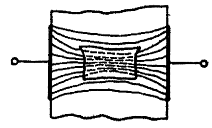
$$I_{eff}\, U_{eff} \cdot \cos\Theta = 0{,}24\, I_{eff}^2 \frac{1}{\omega^2 C^2 R} \tag{7}$$

Die erzeugte Wärmemenge und damit die Temperaturerhöhung H ist demnach umgekehrt proportional der Frequenz, f bzw. ω

$$H = \frac{A}{f^2} \tag{8}$$

A ist dabei im allgemeinen eine komplizierte Funktion folgender Grössen: spezifischer Widerstand, spezifische Wärme, Dielektrizitätskonstante, Wärmeleitungskoeffizient und Strahlungskonstante des Gewebes. Ueberdies hängt sie noch allgemein von der Gestalt und Lage des durchstrahlten Körperteiles sowie von der Abkühlung durch den Blutstrom ab. Eine Vorausberechnung der im Gewebe zu erwartenden Temperaturerhöhungen ist auch in diesem Falle noch nicht möglich.





1 Muskulöses Gewebe, geringer Widerstand. 2 Inneres Organ. 3 Fettkapsel, hoher Widerstand.

Fig. 4. Fig. 5.
Stromlinien
bei ungeeigneter bei geeigneter
Frequenz.

Aus der Theorie der Wärmeleitung ergibt sich zwischen der räumlichen Temperaturverteilung und deren zeitlichen Aenderungsgeschwindigkeit $d\vartheta/dt$ die Gleichung

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial t} = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} \cdot \left(\frac{\partial^2\vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\vartheta}{\partial f^2} + \frac{\partial^2\vartheta}{\partial x^2}\right) \tag{9}$$

unter Annahme eines rechtwinkligen Koordinatensystems x, y, z in der Substanz. λ bedeutet dabei wieder die Wärmeleitfähigkeit, ϱ die Dichte und c die spezifische Wärme. Mit Rücksicht auf die Bedeutung der spezifischen Wärme der verschiedenen Körperteile und ihrer Aenderungsmöglichkeiten ist ein Teil der Originalarbeit Entwicklungen über die Quantentheorie dieser Grösse, insbesondere nach der modernen Quantenstatistik, gewidmet, worauf aber in diesem Referat nicht näher eingegangen sein möge.

Aus den Erfahrungen der Elektrotherapeuten scheint hervorzugehen, dass die Ultrakurzwellen bei kolloiden Substanzen selektive Effekte hervorrufen. Fig. 4 zeigt das Stromlinienbild eines von einer Fettkapsel umgebenen Organes bei einer Frequenz, die offenbar für dessen Durchstrahlung ungeeignet ist. Eine unter Umständen geringfügige Aenderung der Frequenz kann hingegen eine Stromverteilung hervorrufen, wie sie in Fig. 5 dargestellt ist. Diese *selektive Absorption* eröffnet den Ultrakurzwellen noch viele Möglichkeiten. Ueber ihr Verhalten liegen noch wenig Erfahrungen vor. Für die Zwecke weiterer Forschung wurde von der Marconi-Company ein Generator Typ U. F. G. I entwickelt. (Vgl. Marconi Rev. Nr. 51, Nov.-Dez. 1934; Referat hierüber findet sich im folgenden Artikel.) — (A. W. Lay: The application of high frequency currents in medicine and surgery. Marconi Rev. Nr. 51, Nov.-Dez. 1934, und Nr. 52, Jan.-Febr. 1934.)
Hdg.

Ultrakurzwellen für therapeutische Forschung.

612.014.424.5

Die Ansichten über die Wirksamkeit von Ultrakurzwellen auf den menschlichen Körper gehen noch sehr auseinander. Verschiedene Forscher berichten über Heileffekte bei Gewebe-Wucherungen, andere dagegen stellten sogar ein Auflodern der Gewächsbildung fest. Wieder andere behaupten, dass bei bestimmten, «magischen» Frequenzen grosse Heileffekte auftreten.

Ein sorgfältiges Studium der bis jetzt vorliegenden Veröffentlichungen gab folgendes Resultat:

Der wirkliche physiologische Effekt dieser hohen Frequenzen ist vom therapeutischen Standpunkt aus noch unbekannt. Starke innere Erwärmung ist bei diesen Frequenzen noch viel leichter zu erzeugen als mit den bisher üblichen Radiofrequenzen. Die angeführten «magischen» Frequenzen lassen sich nicht als typische Resonanz gewisser Körperteile verstehen. Es können aber dennoch selektive Erwärmungen eintreten, die durch veränderliche elektrische Konstanten des Körpers bedingt sind. Die meisten Körpersubstanzen sind gleichzeitig Leiter und Dielektrika. Im Uebergangsgebiet zwischen vorwiegend leitendem und vorwiegend dielektrischem Verhalten können schon geringe Frequenzänderungen z. B. mehr die kapazitiven Eigenschaften hervortreten lassen, was Aenderungen in der Strom- und Feldverteilung und damit unter Umständen selektive Effekte zur Folge haben kann.

Ueber andere besondere Wirkungen der Ultrakurzwellen, abgesehen von der Erwärmung, kann noch nichts mit Zuverlässigkeit ausgesagt werden. Es scheint indes, dass solche Wirkungen existieren und bei höheren Frequenzen sich anders verhalten als bei niedrigeren.

Zur systematischen Forschung sollte man einen möglichst grossen Frequenzbereich untersuchen. Ueber die benötigte Leistung ist bis jetzt noch nichts bekannt. Man kann aber schon sagen, dass gewebezerstörende Effekte bei den Ultrakurzwellen-Frequenzen schon mit kleinen Leistungen zu erzielen sind.

Ein zu Forschungszwecken von der Marconi-Gesellschaft herausgebrachtes Gerät besitzt einen Generator, der mit einer Magnetronröhre arbeitet. Damit können höhere Frequenzen und besserer elektrischer Nutzeffekt erzielt werden. Die gesamte Apparatur ist in einem Ganzmetallgehäuse untergebracht. Ihre einzelnen Teile können auch aus dem Gehäuse herausgenommen und getrennt aufgestellt und verwendet werden. Der Hochspannungstransformator ist in einem Oelbadkasten untergebracht; er hat auf der Sekundärseite verschiedene Anzapfungen, die durch Stecker bedient werden können. Der Strom für die Feldmagneten wird von einem Transformator

(Fortsetzung S. 552.)

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

		Elekra Baselland, Liestal		Licht- und Wasserwerke Chur		S. I. Sion		E. W. Meilen	
		1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie	kWh	44 000	25 000	13 440 600	17 868 878	12 377 880	12 202 680	—	—
2. Achat d'énergie	kWh	36 314 000	35 869 000	22 000	63 000	59 400	173 700	2 947 010	2 952 000
3. Energie distribuée	kWh	36 358 000	35 894 000	13 462 600	17 931 878	12 437 280	12 376 380	?	?
4. Par rapp. à l'ex. préc.	%	+ 1	+ 5	— 25		0		0	
5. Dont énergie à prix de déchet	kWh	3 001 000	—	/	/	4 485 000	4 476 360	—	—
11. Charge maximum	kW	9 490	7 260	3 262	3 720	3 150	3 125	608	617
12. Puissance installée totale	kW	50 509	39 926	14 673	—	4 500	4 500	6 050	5 705
13. Lampes	nombre	140 878	135 757	75 026	—	44 887	44 845	19 570	18 928
	kW	?	?	3 165	—	?	?	?	?
14. Cuisinières	nombre	1,872	1 692	70	—	338	325	673	650
	kW	?	?	408	—	1 564	1 551	?	?
15. Chauffe-eau	nombre	1 535	1 375	1 158	—	429	421	?	?
	kW	?	?	848	—	448	441	?	?
16. Moteurs industriels	nombre	6 180	5 749	1 570	—	1 114	1 099	303	282
	kW	16 779	10 464	3 803	—	2 235	2 190	?	?
21. Nombre d'abonnements		10 602	10 464	8 321	8 076	7 021	6 984	1335	1 294
22. Recette moyenne par kWh	cts.	?	?	/	/	5,7	5,8	?	?
Du bilan:									
31. Capital social	fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme	»	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative	»	186 467	180 564	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation	»	—	—	4 254 616	4 277 024	2 859 048	2 962 020	198 851	115 000
35. Valeur comptable des inst.	»	625 007	720 007	3 904 627	3 959 596	2 859 048	2 962 020	169 798	83 576
36. Portefeuille et participat.	»	260 000	260 000	—	—	—	—	—	—
Du Compte Profits et Pertes:									
41. Recettes d'exploitation	fr.	702 367	752 812	1 104 040	1 120 163	708 528	728 169	247 051	247 434
42. Revenu du portefeuille et des participations	»	15 385	15 385	—	—	—	—	—	—
43. Autres recettes	»	24 255	23 430	7 463	7 540	6 790	11 346	57 719	54 553
44. Intérêts débiteurs	»	12 724	22 891	228 152	231 900	155 569	164 866	7 006	5 911
45. Charges fiscales	»	30 775	34 089	11 465	11 738	—	—	—	—
46. Frais d'administration	»	182 141	182 573	112 368	121 137	84 771	97 323	29 886	28 538
47. Frais d'exploitation	»	175 776	169 001	218 603	228 399	202 131	219 149	100 407	93 687
48. Achats d'énergie	»	/	/	11 525	13 593	6 410	12 018	127 444	132 117
49. Amortissements et réserves	»	333 914	376 336	131 150	131 150	132 681	106 697	20 025	21 732
50. Dividende	»	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En %	%	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques	fr.	—	—	406 989	431 638	132 041	139 460	20 000	20 000
Investissements et amortissements:									
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice	fr.	/	/	5 659 950	5 604 918	5 206 776	5 176 396	904 944	798 697
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	»	/	/	1 755 322	1 645 322	2 347 728	2 214 376	735 146	715 121
63. Valeur comptable	»	625 007	720 007	3 904 627	3 959 596	2 859 048	2 912 020	169 798	83 576
64. Soit en % des investissements		/	/	68,9	70,6	55 %	57 %	18,6	10,4

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

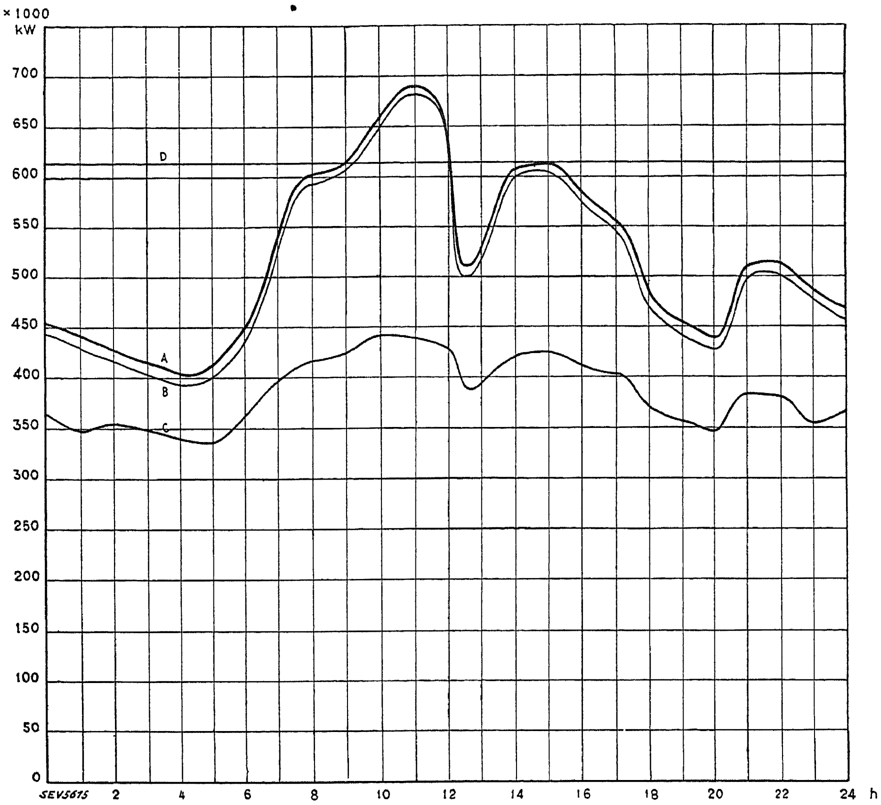
La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février 6) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	— 10	104,4	119,2
Mai	368,7	388,5	0,2	0,2	9,0	7,0	—	—	377,9	395,7	+ 4,7	318	438	+ 67	+ 47	122,4	138,6
Juin	334,0	368,0	0,4	0,2	8,1	6,7	—	—	342,5	374,9	+ 9,5	455	534	+137	+ 96	117,2	129,6
Juillet	378,0	365,6	0,3	0,3	8,3	7,0	—		386,6	372,9	— 3,5	522	653	+ 67	+119	141,6	121,2
Août	390,4		0,4		8,3		—		399,1			572		+ 50		148,9	
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Juillet.	**3577,4**	**3837,3**	9,5	7,8	41,5	40,5	13,6	4,2	**3642,0**	**3889,8**	+ 6,8	.				**1055,0**	**1202,1**

Mois	Distribution d'énergie dans le pays												Consommation en Suisse et pertes				Différence par rapport à l'année précédente 5)
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie 1)		Excédents livrés pour les chaudières électriques 2)		Traction		Pertes et énergie de pompage 3)		non compris les excédents et l'énergie de pompage		y compris les excédents et l'énergie de pompage 4)		
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février 6) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1	21,1	23,1	35,6	17,7	16,8	52,4	44,2	214,8	216,6	253,3	257,3	+ 1,6
Mai	94,3	93,6	46,0	43,4	21,2	23,7	23,6	32,6	17,3	16,9	53,1	46,9	215,4	217,8	255,5	257,1	+ 0,6
Juin	85,7	90,3	43,0	42,9	19,2	21,4	20,6	29,3	17,1	16,8	39,7	44,6	199,4	208,3	225,3	245,3	+ 8,9
Juillet	91,6	91,5	47,7	44,7	19,6 (4,9)	24,3 (5,8)	21,4 (21,4)	30,7 (30,7)	18,5	18,2	46,2 (2,7)	42,3 (0,4)	216,0	214,8	245,0 (29,0)	251,7 (36,9)	+ 2,7
Août	94,3		49,0		20,3		21,2		18,6		46,8		222,0		250,2		
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Juillet.	**1036,3**	**1038,1**	467,1	443,5	184,7 (43,2)	204,2 (42,1)	188,0 (188,0)	320,9 (320,9)	208,0	202,4	502,9 (45,6)	478,6 (20,1)	**2310,2**	**2304,6**	**2587,0** (276,8)	**2687,7** (33,1)	+ 3,9 (+ 38,4)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.
1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.
2) Chaudières à électrodes.
3) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.
4) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.
5) Concerne les colonnes 16 et 17.
6) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 15 juillet 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	614
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1269

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

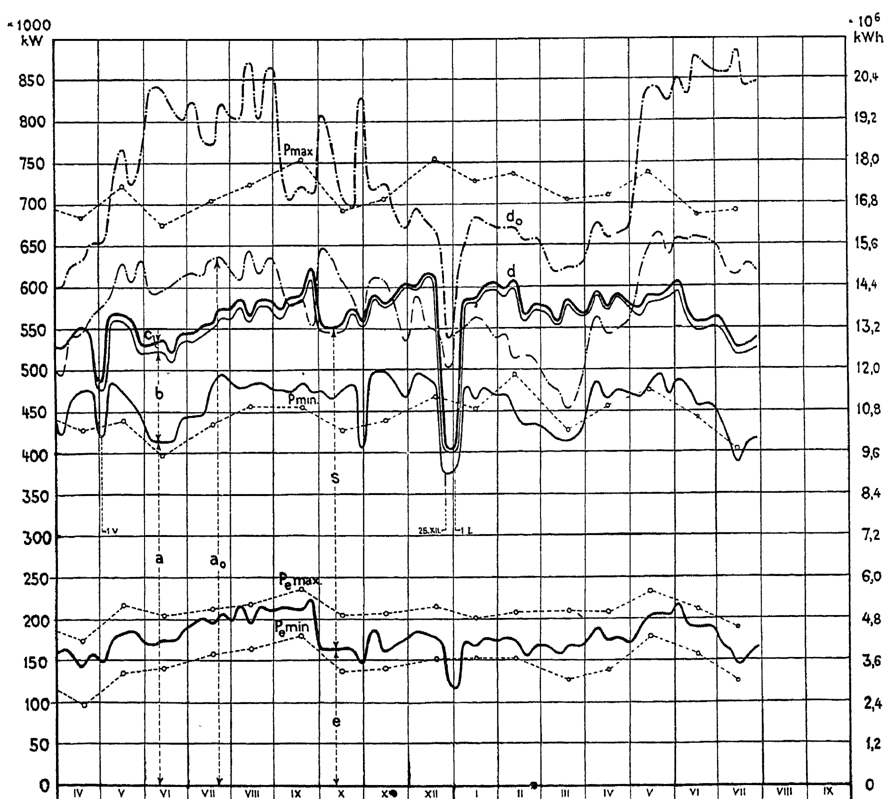
A—B Usines à accumulation saisonnière

B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	9,3
Usines à accumulation saisonnière	3,1
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 15 juillet 1936	12,4
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 15 juillet 1936	12,6
Production, samedi le 18 juillet 1936	10,8
Production, dimanche le 19 juillet 1936	8,0

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à juillet 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

(45 V) über Kupferoxydgleichrichter geliefert. Eine Glättungseinrichtung ist wegen der grossen Selbstinduktion der Feldspulen für das Magnetron unnötig. Auch für die Heizung der Röhre ist ein besonderer Transformator vorhanden.

Die Magnetronröhre ist zwischen den verstellbaren Polschuhen beweglich auf einem Ebonithalter angeordnet, so dass die Röhre in bezug auf die Feldrichtung genau einstellbar ist. Die Selbstinduktion des Schwingkreises besteht aus vier, mit kleinen Drehkondensatoren parallel geschalteten U-Röhren, deren Schenkel durch verschiebbare Brücken miteinander verbunden sind, so dass eine Variation des Induktivitätswertes möglich ist. Ein weiterer kleiner Drehkondensator dient zur Feineinstellung. Zwei Kopplungskondensatoren verbinden den Schwingkreis mit der Hochspannungsquelle.

Die Schalttafel enthält für die Bedienung des Magnetrons einen Heizspannungsmesser und eine Heizstromregulierung sowie Anodenstromampèremeter und Feineinstellungskondensator, einen Wellenmesser mit zwei Messbereichen von 8,5 bis 4 m und von 5,5 bis 2,3 m Wellenlänge. Der Wellenmesser arbeitet normalerweise als Absorptionskreis. Es kann aber auch eine Neonglimmlampe verwendet werden, die die Resonanz direkt anzeigt, nur müssen dann die Ablesungen am Wellenmesser um einen an demselben angegebenen Betrag korrigiert werden.

Zu erwähnen ist noch eine Sicherheitseinrichtung zum Schutze des Gerätes gegen Ueberlastung. Beim Arbeiten mit dem Magnetron muss nämlich darauf geachtet werden, dass das Magnetfeld bei normalem Anodenstrom nicht zu klein oder gar 0 wird, weil dann die gesamte Anodenleistung zur Erhitzung der Anode verwendet würde. Der Apparat ist deshalb so eingerichtet, dass man die Hochspannung nur bei maximalem Magnetstrom einschalten kann. Wird dann das Feld reduziert, so wird der Anodenspannungsschalter festgehalten. Bei einer bestimmten Minimumstellung wird dann wieder die Hochspannung automatisch abgeschaltet, so dass keine Ueberlastung eintreten kann. — (A. W. Ladner. Ultrahigh Frequencies in Therapeutic Research. Marconi Rev. No. 51, p. 9.) *Hdg.*

Miscellanea.

In memoriam.

Edmond Emmanuel †. Le 15 juillet 1936 est décédé à Genève dans sa 57e année, après une maladie de quelques semaines, l'un des membres les plus dévoués et les plus aimés du Groupe genevois de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale: Edmond Emmanuel. Un ami du défunt a évoqué sa mémoire dans le Bulletin Technique de la Suisse Romande du 15 août ainsi que dans la Schweizerische Bauzeitung du 22 août. Nous reproduisons ici en partie cet hommage:

Né à Genève le 3 novembre 1879, Edmond Emmanuel souffrit pendant sa jeunesse d'une maladie qui lui rendit, sa vie durant, la marche difficile. Mais sa force de travail ne fut pas atteinte par cette épreuve, bien au contraire.



Edmond Emmanuel
1879—1936

En 1898, il obtint, avec félicitations, son certificat de maturité technique du collège de sa ville natale. En 1902, il conquit le diplôme d'ingénieur électricien du Polytechnicum de Zurich. Il voulut alors couronner ses succès du grade de docteur ès sciences, qu'il obtint le 23 mai 1905 à la suite de ses recherches au laboratoire du professeur H.-F. Weber, à Zurich également, et en juste récompense d'une thèse relative aux compteurs d'électricité.

Un peu handicapé par son infirmité, il choisit alors, avec raison, un travail de sédentaire, et accepta en juin 1906 les offres de M. Imer-Schneider, dont le bureau de brevets était déjà fort réputé. Dès lors il consacra toute son énergie et tout son cœur au développement de cette réputation de bon aloi, en particulier après le décès de deux de ses chefs. Récemment enfin, il constitua avec la Maison Imer et de Wurstemberger, ainsi qu'avec l'un de ses collègues, une association remarquable par ses éléments et par son homogénéité.

Membre de l'ASE depuis 1910, il n'eut pas l'occasion de s'intéresser activement à la vie de nos associations. Nombreuses par contre sont les sociétés dont il était un membre sur le concours duquel on pouvait toujours compter avec certitude.

Depuis 40 ans il appartenait à la Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève, dont il fut d'ailleurs le trésorier pendant 20 ans. Il fut aussi membre de la Société des Arts elle-même.

On reconnaît en lui l'animateur infatigable du Groupe genevois de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale, groupe qu'il présidait depuis 1926, dont il organisait avec un inlassable dévouement les réunions et excursions mensuelles. Il siégeait d'ailleurs au Comité central de cette Association.

Quant à la Société des ingénieurs et des architectes, section de Genève, il en fut le secrétaire de 1915 à 1922 puis le vérificateur des comptes.

Enfin, il faisait partie, depuis de nombreuses années, du Comité de rédaction du Bulletin technique de la Suisse romande, dont il était le secrétaire.

Le temps qu'exigeaient toutes ces occupations, il le sacrifiait joyeusement et sans réserves à ses collègues.

Comme dans tous les actes de sa vie, comme dans tous les travaux qu'il entreprenait, et cela avec la volonté de les mener à chef, Edmond Emmanuel marqua dans ses collaborations un souci constant de précision et de soin méticuleux. En toutes circonstances il fut bienveillant, obligeant et serviable; il fut un modèle d'aménité et aurait pu se flatter, s'il avait été moins modeste, de n'avoir jamais eu d'ennemis, au contraire, d'avoir su se créer des amitiés que n'a jamais ternies le moindre voile.

Edmond Emmanuel a été conduit à sa dernière demeure par une foule d'amis attristés et recueillis, qui conserveront de lui le souvenir impérissable d'un homme de travail, de droiture et de bonté.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich. An Stelle des zum Direktor des Elektrizitätswerkes St. Gallen gewählten Herrn H. Leuch ernannte der Stadtrat Zürich am 5. September d. J. zum technischen Adjunkten des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich Herrn *E. Grob*, bisher Oberingenieur des EWZ.

Die Firma **Jul. Fischer & Cie.**, Zürich, Elektrotechnische Bedarfsartikel, wurde am 13. August d. J. in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, mit Wirkung ab 1. April 1936.

Kleine Mitteilungen.

Das **17. Comptoir Suisse in Lausanne**, an dem auch die Materialprüfanstalt des SEV ausstellen wird, findet vom 12. bis 27. September statt.

Une Quinzaine de la Lumière à Bruxelles. La Quinzaine de la Lumière à Bruxelles sera organisée du 7 au 22 novembre 1936 sous l'égide du Comité National Belge de l'Eclairage, de la Croix-Rouge de Belgique, de l'Association de la Presse Belge, du Syndicat d'Initiative de la Ville de Bruxelles, etc. Plusieurs Départements ministériels, ainsi que les administrations communales de l'agglomération bruxelloise lui ont accordé leur patronage. Un Salon de la Lumière sera ouvert au public pendant une semaine au Palais d'Egmont, à Bruxelles. Tous les fabricants de lampes, de tubes à luminescence, de matériel et d'appareils d'éclairage auront l'occasion de mettre sous les yeux des visiteurs nombreux et attentifs, non seulement leurs produits, mais encore des installations d'éclairage moderne, utilitaire et artistique.

De nombreuses conférences éducatives et techniques documenteront le public sur tous les progrès réalisés dans le domaine de l'éclairage et sur les résultats heureux qu'on peut en attendre pour l'embellissement des villes et des monuments, de la bonne utilisation des grand'routes, d'une meilleure efficacité des travaux de tout genre, de la sécurité dans tous les domaines et de l'hygiène de la vue.

Literatur. — Bibliographie.

512.99 : 621.3.025 *Nr. 1258*

Komplexe Zahlen und Zeiger in der Wechselstromlehre. Von *Max Landolt.* 185 S., 16,5×24,5 cm, 160 Fig. Verlag: Jul. Springer, Berlin 1936. Preis RM. 14.40, geb.. RM. 15.60.

Das Buch zerfällt in die folgenden Hauptabschnitte: Komplexe Zahlen und Zeiger, Einige Grundbegriffe und Grundgesetze der Elektrizitätslehre, Komplexe Gleichungen und Zeigerbilder für sinusförmig veränderliche Grössen von Wechselstromkreisen, Komplexe Gleichungen und Zeigerbilder für Scheinwiderstände und Scheinleitwerte, Komplexe Gleichungen und Zeigerbilder für Leistungsgrössen, Uebungsbeispiele. Entsprechend dem im Vorwort dargelegten Programm hat sich der Verfasser in erster Linie die Aufgabe gestellt, dem Anfänger das Einarbeiten in die erfahrungsgemäss recht schwierigen Grundbegriffe der Wechselstromtechnik zu erleichtern. Diese Aufgabe hat er nicht nur im Allgemeinen sehr gut gelöst, sondern man darf mit Recht die ausserordentliche Sorgfalt, um nicht zu sagen Peinlichkeit bewundern, mit der auch die kleinste Einzelheit dargestellt und wo irgendwie nötig, nach allen Richtungen hin abgeklärt ist. Der Verfasser zeigt sich hier als erfahrener Pädagoge, der genau weiss, wo für den Studenten die wesentlichen Schwierigkeiten liegen und welche Fehler bei der Lösung grundlegender Aufgaben am meisten gemacht werden. Von solchen Einzelheiten, die sich bei näherem Zusehen aber eben meist als keineswegs nebensächlich entpuppen, mag etwa der Begriff der Klemmenspannung erwähnt sein, der beispielsweise selbst in einem so grundlegenden Werke wie der Theorie der Wechselströme von Fraenckel nicht ganz einwandfrei erklärt ist, bei Landolt hingegen im Zusammenhange mit den verwandten Begriffen des Potentials, der elektromotorischen Kraft usw. eine scharfe und gründliche Beleuchtung erfährt. Die vom Verfasser gewählte Darstellungsart weicht allerdings von derjenigen, welche dem Berichterstatter am nächsten gelegen wäre, etwas ab. Dies rührt daher, dass Landolt vom Begriffe der Spannung nach DIN ausgeht, welche als Arbeitsgrösse definiert ist. Das skalare Potential wird erst in zweiter Linie eingeführt und ferner sind alle grundlegenden Begriffe auf offene Leiterstücke, sogenannte Zweipole bezogen. Die elektromotorische Kraft erscheint eigentlich nur als das Negative einer Spannung und auch sie wird an Hand eines offenen Leiters erklärt. Man kann sich fragen, ob es nicht mehr im Sinne der Maxwellschen Theorie, die doch auch heute noch unserer Elektrizitätslehre zugrunde liegt, wäre, wenn der geschlossene Leiter mehr in den Vordergrund gestellt würde. Die Eindeutigkeit des skalaren Potentials im wirbelfreien Felde, aus dem sich die elektrische Feldstärke ableitet, würde dann das Fliessen eines Stromes in einer Schleife mit endlichem Widerstande verhindern, solange nicht eine elektromotorische Kraft eingeprägt wird, die durch Stromstärke mal Widerstand für die ganze Schleife definiert ist. Doch kann man über solche Fragen der Darstellung eben in guten Treuen geteilter Meinung sein und die pädagogische Erfahrung, die ja Herrn Professor Landolt als Lehrer am Technikum Winterthur in besonders reichem Masse zur Verfügung steht, muss letzten Endes entscheiden.

Das Programm des Verfassers hat ihn verhindert, nicht stationäre Vorgänge, sogenannte freie Schwingungen, in den Kreis seiner Betrachtungen zu ziehen. So sehr dies an sich zu begreifen ist, so bewirkt es doch, dass der, wenigstens nach Ansicht des Berichterstatters, theoretisch wichtigste Grund für die Einführung komplexer Zahlen in die Wechselstromtechnik nicht dargelegt werden kann. Die berühmte Differentialgleichung der freien Schwingung

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -a^2 y$$

ist es doch eigentlich, welche durch ihre Forderung nach einer Funktion, deren zweite Ableitung proportional dem Negativen der Ausgangsfunktion ist, nach der Exponentialfunktion mit imaginärem Exponenten, die gleich einer komplexen Zahl ist, ruft. Beschränkt man sich auf erzwungene Schwingungen, so kann man die komplexen Zahlen nur über das Zeigerbild einführen, welcher «Umweg» praktisch allerdings meistens die Hauptsache ist und auf dem sich Landolt als sicherer Führer erweist.

Besonders zu begrüssen ist der Abschnitt: Komplexe Gleichungen für Elektronenröhren. Es ist eine der vornehmsten Aufgaben unserer elektrotechnischen Lehrer, der Spaltung unseres Gebietes in Stark- und Schwachstromtechnik entgegenzutreten. Nichts ist dazu besser geeignet als die Einarbeitung eines Zweiges der einen Disziplin in ein Werk, welches hauptsächlich der anderen dient.

Es sei auch auf die komplexe Darstellung von Leistungen, Kräften und Drehmomenten hingewiesen. Manche praktisch wichtigen Aufgaben, wie z. B. die Berechnung des effektiven Wechselstromwiderstandes komplizierter Rotorstäbe, können auf diese Weise sehr elegant gelöst werden.

Auch der rein mathematische Teil des Buches ist sehr gut geschrieben; die Abschnitte Potenzierung und Logarithmierung von komplexen Zahlen führen bis an die Pforte der Funktionentheorie und können daher als Vorbereitung auf dieses so interessante Gebiet dienen.

Das Landoltsche Werk kann dem Wechselstromtechniker, sei er noch Student oder schon in der Praxis, aufs wärmste empfohlen werden. Die Ausstattung ist so vorzüglich, wie man sie beim Verlag Springer allgemein gewohnt ist.

Th. Boveri.

621.398.2 *Nr. 1261*

Die Technik selbsttätiger Steuerungen und Anlagen. Neuzeitliche schaltungstechnische Mittel und Verfahren, ihre Anwendung auf den Gebieten der Verriegelung und der selbsttätigen Steuerungen. Von *G. Meiners.* 225 S., 17×24 cm, 144 Fig. Verlag: R. Oldenburg, München und Berlin 1936. Preis: geb. RM. 12.50.

Nachdem in der Literatur die neuen Methoden der Fernsteuerung und Fernmessung eingehend behandelt worden sind, ist es erfreulich, ein Buch in die Hand zu bekommen, welches die vielen Möglichkeiten zwischen den Schaltungen

der Fernmeldetechnik und der blossen Handbedienung bespricht.

Meiners behandelt zunächst die Aufgaben, Mittel und Verfahren der selbsttätigen Steuerungen anhand von sehr geschickt gewählten Beispielen. Sehr interessant sind hier die Ausführungen über den Zusammenhang zwischen Fernbedienung und selbsttätiger Steuerung, wobei auch die Frage, wann und wieweit eine Automatisierung getroffen werden soll, ihre Würdigung findet.

Die Entwicklung des Schaltfolgenbildes, das heisst der einfachen schematischen Darstellung der selbsttätig aufeinanderfolgenden Schaltvorgänge, ist eine grössere Seitenzahl gewidmet, wodurch auch der Nichtspezialist in die Lage versetzt wird, solche Schemata zu lesen und zu verstehen.

Auf Grund dieser Einführung werden nachher die technischen Mittel der verschiedenen Schaltungen sowie die zur Verwendung gelangenden Relais und Röhren und ihre Anwendung ausführlich besprochen.

In einem zweiten Teil wird anhand von Anlagen für Wasserkraftwerke, Phasenschieber- und Umformer-Stationen und Gleichrichter-Unterwerken die praktische Ausführung sehr eingehend besprochen.

Erfreulich ist am Buch die klare, einfache Darstellung der teilweise recht verwickelten Materie, die sich auch in den Schemata widerspiegelt. Wenn darin auch nur ausschliesslich AEG-Material behandelt wird, so birgt es doch in der Fülle der besprochenen Schaltungen sowie im allgemeinen Teil für jeden, der sich mit Fragen der Automatisierung abzugeben hat, soviel Anregung und Wissenwertes, dass seine Anschaffung jedem Betriebsmann empfohlen werden kann. *W. Howald.*

912 : 621.311(494)

Karte der Schweizer Wasserkraftwerke und ihrer Verbindungsleitungen.

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat im Juli 1936 in Verbindung mit dem Schweiz. Elektrotechnischen Verein eine neue Auflage der zuletzt im Jahre 1926 erstellten Karte der schweizerischen Wasserkraftwerke und ihrer Verbindungsleitungen herausgegeben. Den Untergrund der im Maßstab 1 : 200 000 ausgeführten Karte bildet eine topographische Karte, auf der sämtliche 200 Wasserkraftwerke mit einer Leistung von 300 kW und mehr eingetragen sind, eingeteilt in drei Grössenklassen. Ferner enthält die Karte das Netz der elektrischen Verbindungsleitungen und Exportleitungen mit den Unterwerken und Transformatorenstationen. Die Netze der einzelnen Unternehmen sind durch Farben unterschieden. An den Leitungen sind der Eigentümer, die Spannung, die Zahl der Leiter, der Querschnitt und das Material der Leiter angegeben, ferner, bei Exportleitungen, der Name des Bezügers. Sämtliche Angaben sind in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache gemacht. Die Karte vermittelt ein eindrucksvolles Bild über den Ausbau der schweizerischen Wasserkraftwerke und ihren elektrischen Zusammenschluss. Sie ist zum Preise von Fr. 30.— (aufgezogen Fr. 40.—) durch das Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, St. Peterstrasse 10, in Zürich zu beziehen.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er septembre 1936.

Remy Armbruster jun., Bâle (Repr. de la firme Busch-Jaeger, Lüdenscheider Metallwerke Aktiengesellschaft, Lüdenscheid).

Marque de fabrique:

Interrupteur rotatif pour 380 V, 15 A ~ (pour courant alternatif seulement).

Utilisation: montage dans cuisinières.

Exécution: socle et poignée en matière céramique.

No. 554/17: interrupteur de réglage, bipolaire, pour brancher deux résistances en parallèle, isolément, en série, ou pour couper toute la puissance.

E. Walter, Ateliers électromécaniques, *Düdingen* (Guin).

Marque de fabrique:

Interrupteurs sous coffret, pour locaux secs.

Exécution: Interrupteur avec coupe-circuit, montés dans un coffret en fonte; plaque de base en résine synthétique moulée: levier.

Type CSC 1: Interrupteur ordinaire, tripolaire, schéma B, 500 V, 10 A, avec trois coupe-circuit à vis shuntés au démarrage.

Annulation.

En base de l'art. 14 du contrat, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été retiré à la firme

Walther-Werke, Ferdinand Walther, Grimma (Saxe)

(représentée par E. Neitzke, représentations techniques, Lucerne)

pour les interrupteurs tripolaires 25 A, 500 V, type AEJ (interrupteurs avec plaque de base en marbre).

Marque de fabrique

Changements de représentants.

A partir du 1er août 1936, la firme

Gebr. Vedder G. m. b. H.,

Fabrique d'appareils électrotechniques, Schalksmühle (Westphalie)

sera représentée par

Rud. Schmidt,

Fabrique d'articles électriques, *Stein* (Argovie)

(représentant jusqu'ici: de H. W. Kramer, Zurich)

pour la livraison d'interrupteurs et de prises de courant portant la marque de qualité de l'ASE.

A partir du 1er août 1936, la firme

Schoeller & Cie.,

elektrotechn. Fabrik G. m. b. H., Francfort-sur-le-Mein, sera représentée par

H. W. Kramer,

Représentations, Hammerstrasse 102, *Zurich*

(représentant jusqu'ici: de A.-G. für Messapparate, Berne)

pour la livraison d'interrupteurs portant la marque de qualité de l'ASE.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Φ

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès selon le § 7 des «Conditions techniques pour lampes à incandescence» (voir Bulletin ASE 1935, No. 20, page 581), le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé aux firmes mentionnées ci-dessous, à partir du 15 août 1936, pour les

Lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage des voies publiques, échelonnées selon le flux lumineux, pour une durée nominale de 2500 heures.

Flux lumineux nominal: 100, 150 et 200 Dlm.
Tension nominale: 127, 145 et 220 V.
Genre d'exécution: forme de goutte, transparente ou dépolie intérieurement, socle Edison ou à baïonnette.

«Pope» R. H. Gachnang, *Zurich.*

«Tungsram», «Metallum», «Orion»
Tungsram, Société Anonyme d'Electricité, *Zurich.*

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 15 juillet est décédé à Genève, à l'âge de 56 ans, Monsieur *Edmond Emmanuel,* ingénieur, D^r phil., associé de Messieurs Imer et de Wurstemberger, conseils en matière de propriété industrielle, Genève, membre de l'ASE depuis 1910. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil, ainsi qu'aux collaborateurs du défunt qui l'appréciaient si hautement.

Un article nécrologique figure à la page 552 de ce numéro.

Comité Technique 8 du CES.

Tensions et courants normaux, isolateurs.

Le 27 août 1936, le Comité Technique (CT) 8 du CES, tensions et courants normaux, isolateurs, s'est constitué à Zurich, des délégués des maisons et entreprises (resp. personnalités) suivantes: Sprecher et Schuh S. A., Aarau, Brown, Boveri et Cie S. A., Baden, Forces Motrices du Nord-Est Suisse, S. A., Baden, Haefely et Cie S. A., Bâle, A. Huber-Ruf, Bâle, Forces Motrices Bernoises S. A., Berne, Chemins de fer fédéraux, Berne, Manufacture de Porcelaine S. A., Langenthal, Energie de l'Ouest Suisse, S. A., Lausanne, Ateliers de Construction Oerlikon S. A., Zurich-Oerlikon, KOK et Station d'essai des Matériaux de l'ASE, Zurich. Président est Monsieur A. Roth (Sprecher et Schuh, S. A., Aarau), secrétaire, Monsieur P. Müller (Station d'essai des Matériaux de l'ASE). Au cours de la séance, les projets résultant des délibérations de la Réunion de Bruxelles de la CEI en juin 1935 furent remis pour étude à différents rapporteurs et groupes de travail au sein du CT 8. Ces projets concernent principalement: tensions normales inférieures à 100 V, série de courants normaux, prescriptions pour l'essai des isolateurs de ligne et de traversée, règles pour les essais de choc. La revision des normes de l'ASE pour tensions et essais d'isolement, datant de 1923, a été renvoyée jusqu'après examen des projets de la CEI. — La prochaine séance du CT 8 aura lieu le 15 octobre 1936.

Le groupe de travail pour les essais de choc s'est déjà réuni le 4 septembre pour éclaircir en principe les points les plus importants des projets de Bruxelles.

Normalisation des alliages d'aluminium.

Le Bureau de Normalisation de la Société Suisse des Constructeurs de Machines (VSM) prépare des normes pour alliages d'aluminium (avional, duralumin, alliage Y, lautal, anticorodal, peraluman 5—7, peraluman 2, silumin, aluman, alliage américain, alliage allemand, «KSSeewasser», alufant II). Les personnes que ces normes intéressent sont priées de s'adresser au Bureau de Normalisation du VSM, Lavaterstrasse 11, Zürich 2.

Journées de discussion de l'Electrodiffusion.

Les *vendredi, 25 et samedi, 26 septembre 1936* auront lieu à *Olten,* salle municipale de théâtre et de concerts, des journées de discussion de l'Electrodiffusion, placées sous le patronage de l'UCS. Du programme nous relevons les points suivants:

Vendredi, 25 septembre.

9 h 15: **Discours d'ouverture** par Monsieur *W. Pfister,* Soleure, président de l'Electrodiffusion.
9 h 30: **«La semaine électrique»,** par Monsieur *E. Borel,* Neuchâtel.
10 h 30: **«L'électrothermie dans l'industrie et l'artisanat»,** par Monsieur *P. Keller,* Berne (en allemand).
16 h 00: **«Importance et possibilités de la soudure à l'arc électrique»,** par Monsieur *A. Sonderegger,* Zurich (en allemand).

Samedi, 26 septembre.

9 h 00: **«L'Utilisation de l'énergie électrique pour la production de chaleur dans les hôpitaux»,** par Monsieur *B. Bauer,* professeur, Zurich (en allemand).

Au cours de la réunion, on montrera des films, entre autre de nouveaux films publicitaires en couleurs. De nombreuses interventions dans la discussion sont annoncées. Une soirée récréative est prévue pour le vendredi soir. Le samedi après-midi, différentes excursions auront lieu.

On peut obtenir le programme détaillé auprès de l'«Electrodiffusion», Place de la gare 9, Zurich 1.

Propagande éclairagiste en 1936.

Après une interruption de trois ans, l'Office d'Eclairagisme organise une campagne de propagande sous le motto

A meilleure lumière, travail meilleur

suivie d'une action subsidiaire précédant immédiatement les fêtes de fin d'année et intitulée

Lumière, le cadeau idéal.

Toutes les centrales devraient soutenir cette campagne en y collaborant activement, car la propagande en faveur de l'éclairage a toujours porté ses fruits. Il ne faut pas oublier que la technique de l'éclairage et ses applications en sont encore à leurs débuts et qu'elles sont susceptibles d'un énorme développement.

On peut se procurer gratuitement le riche programme de la campagne auprès de l'Office d'Eclairagisme (O. d'E.), Place de la Gare 9, Zurich 1 (tirage à part de l'«Electroindustrie», No. 27).

On peut obtenir dès maintenant

un *timbre-réclame* pour coller au dos des lettres et pour les devantures (demander les prix à l'O. d'E.),

le *résumé* d'une conférence sur *l'éclairage des devantures, des salons de coiffure et des salles de classe* (prix 20 cts),

un *tirage à part* du catalogue suisse de la construction 1936 intitulé *«L'électricité dans la construction»,* traitant sur 5 pages format A4 de l'éclairage (prix 50 cts), et finalement,

un *prospectus: «A meilleure lumière, travail meilleur».* Ce prospectus est destiné à établir le contact avec les abonnés. Il montre les luminaires les mieux appropriés pour les places de travail et ce qu'ils coûtent. L'O. d'E. a choisi un certain nombre de types de luminaires pour places de travail qu'il a déclarés types-standard, et qu'il s'efforce de faire fabri-

quer rationnellement, de sorte que ces luminaires ad hoc et de forme agréable sont maintenant remarquablement bon marché et, partant, accessibles à toutes les bourses, même les plus modestes. Les centrales feront bien de distribuer ce prospectus dans tous les ménages. Prix fr. 8.— à 14.— le mille, suivant le tirage. Prière de faire immédiatement les commandes.

Finalement, l'O. d'E. distribue gratuitement des *fonds de devanture* et des *bandes à coller sur les glaces* pour la décoration des devantures. (Selon le programme, les expositions spéciales dans les devantures commencent le 26 septembre.)

L'O. d'E. (Place de la gare 9, Zurich 1) se tient à disposition pour tout renseignement complémentaire.

Extinction des lumières dans la défense aérienne.

Pour éviter de nouveaux malentendus, nous tenons à préciser que les «dispositions d'exécution pour l'extinction des lumières dans la défense aérienne» dont il est question dans le No. 17 du Bulletin ASE 1936, page 500, ne sont autre que les «directives» annoncées à l'art. 13 de l'ordonnance fédérale du 3 juillet 1936 concernant l'extinction des lumières dans la défense aérienne (publiée au Bull. ASE 1936, No. 15, p. 486).

De l'avis des milieux compétents, ces dispositions d'exécution contiennent tout ce que les communes, centrales et particuliers doivent savoir pour préparer l'extinction des lumières. Pour cette raison, l'UCS renonce à dresser des directives spéciales à l'usage des centrales.

Directives techniques pour les constructions dans la défense aérienne.

Le Service des Imprimés de la Chancellerie fédérale vient de publier une brochure de 44 pages avec de nombreux croquis (prix fr. 4.—) fournissant les directives et explications nécessaires pour la construction et l'aménagement des abris et des autres objets qui doivent pouvoir résister aux bombes.

Les usines électriques comptant parmi les objets qui seront probablement sujets aux plus fortes attaques aériennes, il est bon que dès maintenant les centrales étudient attentivement ces directives pour en tenir compte lors de nouvelles constructions ou de transformations, en attendant les ordonnances et directives qui vont sortir sous peu au sujet des dispositions à prendre par les usines électriques et les usines à gaz en vue de la défense aérienne. Nous tenons à recommander vivement l'achat de cette brochure claire et utile à toutes les centrales qui possèdent des constructions étendues ou un personnel nombreux.

Ordonnance du Département fédéral de l'économie publique relative à la déclaration des dettes se rapportant à la propriété industrielle ou intellectuelle et autres dettes similaires dans la compensation des paiements germano-suisses.

(Du 29 août 1936.)

Le Département fédéral de l'économie publique,

vu l'article 10 de l'arrêté du Conseil fédéral du 27 juillet 1934 relatif à l'exécution de l'accord pour la compensation des paiements germano-suisses, complété et modifié par les arrêtés du Conseil fédéral des 11 septembre 1934, 19 février 1935 et 22 juillet 1936,

arrête:

Article premier.

Les personnes physiques ou morales domiciliées en Suisse ou dans la principauté de Liechtenstein qui doivent acquitter envers des personnes physiques ou morales domiciliées en Allemagne des obligations se rapportant:

1° à la propriété industrielle et intellectuelle, c'est-à-dire résultant
   a) de la cession de brevets, licences ou autres droits protégés (y compris les procédés et secrets de fabrication), ainsi que de marques de fabrique ou de commerce;
   b) de droits d'auteur ou autres droits protégés afférents à des œuvres littéraires, musicales ou aux arts plastiques;

2° à des arrangements relatifs à la protection de marques, à la formation de cartels de tout genre ou à des engagements du même genre (renonciation au droit de faire concurrence, indemnités pour la fermeture d'une entreprise, etc.),

sont tenues d'annoncer par écrit les dettes de ces diverses catégories, au plus tard jusqu'au 20 septembre 1936, à l'office suisse de compensation, à Zurich. Les communications qui auraient pu déjà parvenir à ce sujet audit office ne libèrent pas de cette obligation.

Les dettes contractées après le 20 septembre 1936 devront être annoncées dès qu'elles ont pris naissance.

Art. 2.

Doivent être annoncés, outre les dettes existant au moment de la déclaration, les engagements dont dérivera ou pourra dériver ultérieurement une dette.

Art. 3.

Les déclarations à l'office suisse de compensation contiendront les renseignements suivants:

1° Nom et adresse de la personne tenue à déclaration;
2° Nom et adresse de l'ayant droit;
3° Nature de la dette (indication de son origine, par exemple: brevets, licences, redevances payées à un cartel). On déclarera en outre:
   a) si la personne qui reçoit le paiement est bien le véritable ayant droit, et, sinon, pour le compte de qui elle le reçoit;
   b) si les droits protégés, les procédés, etc., sont exploités en Suisse ou à l'étranger;
   c) si les paiements sont effectués pour le propre compte de la personne qui les déclare ou pour celui d'un mandant suisse ou étranger; dans ce cas, le mandant sera désigné.
   Si les paiements sont effectués à des personnes domiciliées dans des pays tiers pour le compte de l'ayant droit en Allemagne, la déclaration le mentionnera également;
4° Importance de la prestation due (au cas où il ne serait pas possible de déclarer à l'avance l'importance et l'échéance de celle-ci, on indiquera les bases sur lesquelles elles seront établies);
5° Dates auxquelles le contrat générateur de l'obligation a été signé et cessera de produire ses effets;
6° Echéance de la prestation.

Art. 4.

Les personnes tenues à déclaration devront fournir, sur demande, à l'office suisse de compensation, toutes autres informations lui permettant de déterminer les obligations qui doivent être déclarées. Les originaux des pièces justificatives ne seront soumis à cet office que sur sa demande expresse.

Art. 5.

Les infractions à la présente ordonnance, notamment le fait de ne pas déclarer des obligations qui doivent l'être, de ne pas présenter la déclaration à temps ou de donner des indications non véridiques, ainsi que le refus d'informations, sont frappées des peines prévues à l'article 11, 5e alinéa, de l'arrêté du Conseil fédéral du 27 juillet 1934, relatif à l'exécution de l'accord pour la compensation des paiements germano-suisses.

Art. 6.

La présente ordonnance entre en vigueur le 29 août 1936.

Adresse de l'office suisse de compensation: Börsenstrasse 26, Zurich 1. Consultations: Lundi, mercredi et vendredi, de 14 à 17 h. Clearing avec l'Allemagne: Division Z—A.

Demandes de renseignements concernant le matériel électrique.

(Prière d'envoyer les réponses au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.)

30. Un distributeur français d'électricité cherche l'adresse de fabricants susceptibles de fournir des *coupe-circuit pour lignes aériennes avec dispositif de visibilité (voyant) visible du sol.*

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 20 | Vendredi, 2 Octobre 1936

Le développement technique de la téléphonie à grande distance par câbles.

Rapport présenté à la journée de discussion de l'ASE du 23 novembre 1935, à Olten.

Par *J. Forrer*, Zurich.

621.395.5

La conférence que Monsieur J. Forrer, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale a tenue devant l'ASE sur le développement technique de la téléphonie par câbles, avait en premier lieu pour but de donner aux techniciens du courant fort un aperçu des progrès énormes réalisés ces dernières années dans ce domaine et d'esquisser les tendences qui se dessinent aujourd'hui. Elle devait en outre servir à resserrer la collaboration et les échanges d'expériences entre techniciens du courant fort et du courant faible. Pour cette raison, le spécialiste y trouvera probablement peu de choses qu'il ne connaisse déja. (La rédaction.)

Der Vortrag, den Herr Professor Dr. J. Forrer von der Eidgenössischen Technischen Hochschule vor dem SEV über die Entwicklung der Kabel-Fernsprechtechnik gehalten hat, bezweckte vor allem, den Starkstromtechnikern einen Ueberblick zu geben über die grossen Erfolge, welche die Fernmeldetechniker auf diesem Gebiet in den letzten Jahren erzielten und über die Tendenzen, die sich heute abzeichnen. Er bezweckte in höherem Sinn, der gegenseitigen Zusammenarbeit und gegenseitigen Förderung der Starkstrom- und Schwachstrom-Techniker zu dienen. Deshalb wird dem Spezialisten vieles von dem bekannt sein, was der Referent im folgenden zuhanden der Starkstromtechniker ausführt.

(Die Redaktion.)

(Traduction)

L'établissement des premières lignes téléphoniques publiques à grande distance remonte, en Europe, à l'année 1920. Jusqu'à cette époque, on utilisait presque exclusivement des lignes aériennes pour franchir des distances allant jusqu'à 1000 kilomètres environ. La nécessité de perfectionner et de multiplier les communications téléphoniques a conduit à remplacer les lignes aériennes par des lignes sous câbles, ce qui devint possible dès que des moyens pratiques d'améliorer leurs qualités de transmission eurent été trouvés et reconnus utilisables. En Suisse, ce remplacement a été souvent motivé par l'électrification des chemins de fer.

En 1893, Heaviside a découvert que l'affaiblissement d'une ligne peut être réduit en augmentant l'inductivité de celle-ci. En 1900 environ, Pupin a établi les premières règles permettant d'obtenir une augmentation artificielle de l'inductivité. En série avec la ligne et à distances régulières, il insérait des inductivités supplémentaires (bobines de charge, pupinisation). Ce procédé fut appliqué au début avec plus ou moins de succès aux lignes aériennes. En Amérique, en Allemagne et en Angleterre, les premiers câbles pupinisés ont été mis en place juste au début de la guerre mondiale: Berlin-Hanovre, Lac de Constance, etc. La mise au point des tubes à vide a également beaucoup contribué au développement de la téléphonie sur lignes pupinisées. L'une des premières applications pratiques a été celle de l'amplificateur téléphonique (répéteur).

L'affaiblissement par unité de longueur d'un câble homogène comportant une résistance R, une inductivité L, une capacité C et une conductance latérale G se détermine par la formule approchée

$$\beta \sim \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}},$$

à condition que R soit négligeable par rapport à ωL. La résistance des inductivités supplémentaires augmente la valeur de R et par suite l'affaiblissement. La résistance doit donc être maintenue à une valeur aussi faible que possible. C'est pourquoi, dès le début, les bobines de charge étaient constituées par des noyaux en fer (toroïdes) bobinés, qui présentaient l'avantage de n'exiger qu'un nombre relativement faible de courtes spires, de permettre une bonne symétrie et de limiter l'importance des champs de fuite. Les spires sont enroulées inductivement en série autour du noyau et réparties en nombre égal aux deux fils de la ligne. Les inductivités doivent être toutes identiques dans un tronçon de ligne bien délimité et ne pas se modifier peu à peu sous l'influence d'installations voisines à courant fort. Leurs pertes doivent être aussi faibles que possible et la valeur absolue de l'inductivité doit être peu sensible aux variations de la fréquence, afin d'éviter une modification des qualités de la ligne pupinisée due aux variations de la fréquence. Les forces magnétisantes étant faibles — le courant magnétisant est

de l'ordre de quelques milliampères — la perméabilité à l'origine entre presque seule en ligne de compte. A la suite de longues études détaillées, on a découvert peu à peu des matériaux magnétiques dont la rémanence est suffisamment réduite (faible variation avec la magnétisation due à l'influence de courants forts) et dont la perméabilité est très indépendante de la grandeur de la force magnéti-

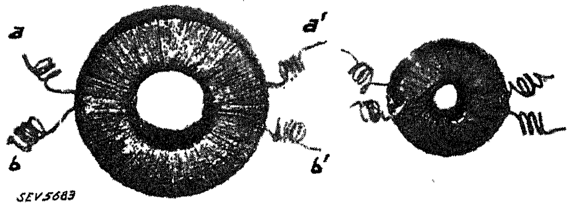


Fig. 1.
Bobine de charge normale, de 177 mH, à gauche en 1925, à droite en 1934.

sante. On utilisait autrefois des noyaux enroulés de fil de fer doux ou constitués par des tôles spéciales à pertes réduites. Mais, depuis l'introduction du répéteur à 2 fils, on a dû chercher des matériaux plus stables au point de vue magnétique. On utilise actuellement des noyaux constitués par des alliages de fer spéciaux pulvérisés et comprimés avec un liant, ou par des tôles de fer ayant subi une préparation spéciale. Ces nouveaux noyaux satisfont parfaitement aux exigences pratiques. Les perfectionnements du matériel ont permis de réduire les dimensions des noyaux et, partant, le poids et l'encombrement des boîtes. Les figures 1 et 2

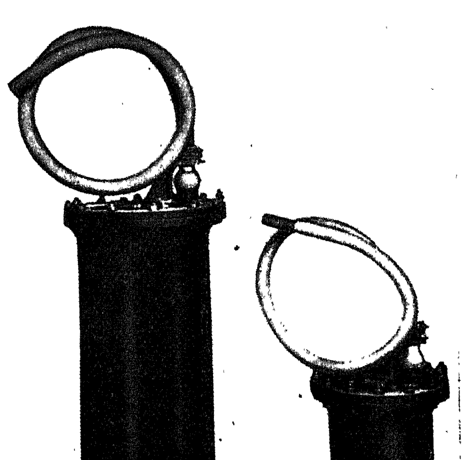
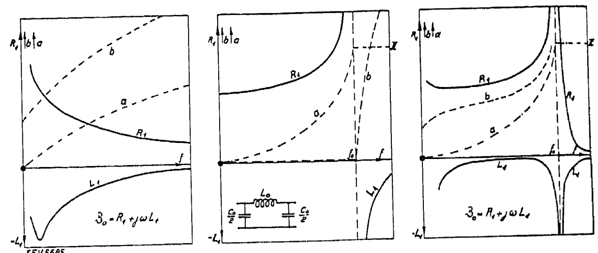


Fig. 2.
Boîte de 200 bobines, à gauche en 1925, à droite en 1934.

montrent respectivement une bobine normale de 177 mH et une boîte pour 200 bobines, à gauche modèle 1925 et à droite modèle 1934.

Les bobines de charge sont insérées dans la ligne homogène à des distances égales, de telle sorte que la capacité du câble entre deux bobines consécutives soit autant que possible toujours la même dans toute la ligne. Le caractère homogène de la ligne non chargée est ainsi supprimé et la nouvelle disposition devient une chaîne de quadripôles affectée de pertes et présentant des qualités de transmission tout à fait différentes. L'introduction des lignes pupinisées a donc posé des problèmes



Câble homogène Chaîne de quadripoles Ligne pupinisée (1 élément)

Fig. 3.
Caractéristiques de transmission
a déphasage, *b* affaiblissement.

entièrement nouveaux, dont la solution a exigé plusieurs années de travaux (fig. 3).

Afin de pouvoir utiliser aussi parfaitement que possible les conducteurs prévus dans les installations de câbles à grande distance, on prévoit des montages à 4 fils, ce qui permet d'utiliser également les circuits fantômes comme voies de transmission (quarte Dieselhorst-Martin, quarte en étoile, etc.). Pour que les trois voies de ces quartes ne puissent pas s'influencer mutuellement, elles doivent être symétriques, c'est-à-dire que les couplages réciproques doivent être égaux, y compris les couplages avec les groupes voisins et avec l'enveloppe de plomb, surtout lorsque l'on opère avec des inductivités additionnelles relativement importantes, comme cela était le cas au début. Ceci a obligé les fabriques de câbles a livrer dans ce but des câbles extrêmement soignés ne présentant que de faibles couplages réciproques. On a même mis au point des procédés qui supprimaient entièrement les asymétries de couplage; les résultats obtenus n'ont toutefois pas été très satisfaisants, car des modifications peuvent aisément se produire lors de la mise en place des câbles, par suite des contraintes mécaniques. On a d'ailleurs constaté qu'une installation de câbles pupinisés est suffisamment libérée d'influences réciproques lorsque les divers champs de bobines et jeux de bobines sont équilibrés individuellement, c'est-à-dire lorsque les asymétries capacitives des champs et inductives des jeux de bobines peuvent être supprimées. Jusqu'à présent, on est donc généralement obligé d'examiner après leur pose les câbles au point de vue de leurs asymétries de couplages, et de supprimer les asymétries trop accentuées. Les deux méthodes les plus courantes sont l'équilibrage par de petits condensateurs supplémentaires et la méthode par croisement, par laquelle on cherche à disposer les différences naturelles de façon qu'elles s'équilibrent réciproquement. Quant aux asymétries des jeux de

bobines, il est actuellement possible de les éviter en grande partie par une fabrication appropriée. La mise au point de toutes ces questions a exigé de nombreuses années.

Etant une chaîne de quadripôles affectée de pertes, la ligne pupinisée présente des propriétés qui ne la rendent pas toujours apte à la transmission vocale (fig. 3). Elle n'est utilisable que sur la gamme de fréquences limitée

$$0 \text{ à } f_0 \sim \frac{1}{\pi \sqrt{L_0\, C_0}} \text{ pér./s,}$$

où L_0 est l'inductivité d'une bobine et C_0 la capacité d'un champ de bobine (distance d'une bobine à une autre). En dessus de f_0, l'affaiblissement augmente rapidement et finit par empêcher toute transmission. On voit donc que, pour un câble donné, f_0 peut être influencée aussi bien par une modification de L_0 que par le choix de la distance entre bobines. Pour obtenir une bonne transmission vocale en téléphonie à grande distance, une largeur de bande de 250 à 2500 pér./s. est nécessaire et suffisante. Par un choix approprié de L_0 et de C_0, on obtiendra donc que la ligne pupinisée permette une transmission sur toute cette largeur de bande. Si l'on considère l'expression de l'affaiblissement β, valable également d'une manière approchée pour la ligne pupinisée à des fréquences qui ne sont pas trop proches de la fréquence critique, on s'aperçoit que pour un câble de propriétés données une grande L_0 correspond à un petit affaiblissement et à une fréquence critique relativement basse, tandis qu'une petite L_0 correspond à un grand affaiblissement et à une fréquence critique élevée. La capacité du câble dépend presque uniquement de l'épaisseur des fils, car elle ne peut être influencée qu'entre des limites relativement étroites lorsque la fabrication est rationnelle. Partant de ce point de vue, on a donné à la ligne sous câble pupinisée une fréquence critique de 2800 à 3600 pér./s. (lignes réelles, resp. lignes fantômes) en employant des fils de 0,9 à 1,5 mm de diamètre, les longueurs des champs de bobines étant de 1800 à 2000 mètres et les inductivités de 150 à 200 millihenrys pour les lignes réelles et de 70 à 110 millihenrys pour les lignes fantômes. Le genre de charge avait déjà été normalisé dans les divers pays avant la création du CCIF (Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance)[1]), fort heureusement sans grandes différences entre les divers pays. Ces types de câbles pupinisés permettaient d'atteindre par rapport aux câbles à fils forts non chargés, sans moyens auxiliaires, une augmentation de la portée des transmissions de 25 à 80 km pour les fils minces et de 50 à 160 km pour les fils plus forts, des distorsions beaucoup moins sensibles et une suppression presque complète des bruits parasites, qui rendaient si difficiles les communications à grande distance par lignes aériennes.

[1]) Voir Bull. ASE 1928, No. 10, p. 329.

Dans ces lignes sous câbles pupinisées, on installa les premiers amplificateurs à un seul tube à vide, mais les résultats furent déplorables, car ce type d'amplificateur n'était pas approprié. Des défauts d'homogénéité dans la résistance apparente provenant de bobines inégales ou subissant des influences extérieures, ou encore provenant de champs de bobines inégaux, provoquaient des réactions — sifflements — à l'amplificateur individuel, et limitaient ainsi le degré d'amplification possible. Des réactions entre plusieurs amplificateurs individuels montés en série dans une même ligne rendaient impossible toute augmentation notable de la portée des transmissions. Vu ces résultats, les amplificateurs à un seul tube à vide furent remplacés par des amplificateurs jumelés, utilisant un tube à vide pour chaque sens de transmission, c'est-à-dire un élément d'amplification séparé, avec des transformateurs différentiels à l'entrée et à la sortie, et avec reproduction artificielle des résistances apparentes des lignes raccordées. C'est la disposition adoptée de nos jours pour les courtes distances jusqu'à 800 km environ, mais avec un matériel sensiblement amélioré. On devra probablement s'en tenir pour l'instant à cette disposition, malgré les nombreux efforts tentés pour trouver des montages plus simples permettant de supprimer les lignes artificielles (fig. 4). Ces derniers ne pouvant donc pas

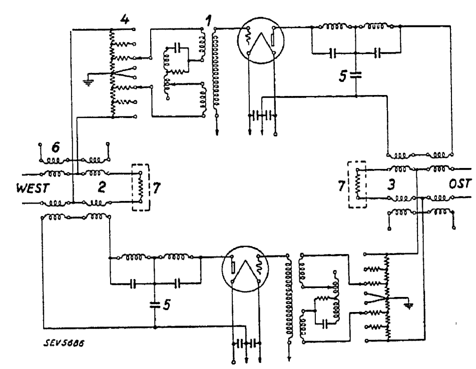


Fig. 4.
Répéteur 22—A—I. Schéma simplifié.
1 Transformateur d'entrée Ouest-Est.
2 Transformateur de sortie Est.
3 Transformateur de sortie Ouest.
4 Potentiomètre.
5 Circuit-filtre.
6 Contrôle.
7 Circuit d'équilibrage.

encore être évitées, on a cherché à améliorer les éléments constructifs des lignes pupinisées, surtout les bobines et le montage général des installations de câbles.

La résistance apparente des premières lignes pupinisées dépendait à tel point de la fréquence, qu'il n'était pas possible d'en obtenir une reproduction tant soit peu conforme à la réalité (dans les lignes aériennes, les bobines avaient été supprimées afin d'obtenir à nouveau des conditions plus homogènes). Or, le degré d'amplification du montage à répéteurs, c'est-à-dire sa tendance aux réactions, dépend directement de la fidélité de reproduction de la ligne artificielle. Fig. 5 montre l'al-

lure, en fonction de la fréquence, de la composante réelle et de la composante imaginaire de la résistance apparente d'une ligne pupinisée présentant un défaut d'homogénéité à une distance $d = 16{,}5$ longueurs de champ de bobine d'une des extrémités.

Au début, on était satisfait lorsque deux de ces amplificateurs montés en série sur une ligne permettaient un service sans perturba-

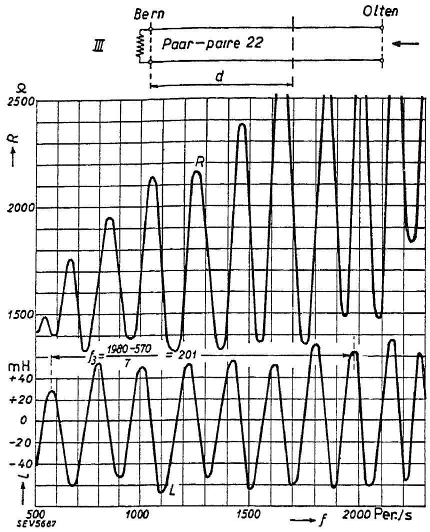


Fig. 5.

tions. En utilisant des fils de 1,4 à 1,5 mm d'épaisseur, la portée des transmissions pouvait être étendue jusqu'à 300 km environ. Au cours de ces dix dernières années, l'amélioration constante des bobines et des câbles, ainsi que des montages extrêmement soignés, ont permis d'établir des lignes pupinisées homogènes et à propriétés stables, permettant sans difficulté l'emploi de 8 répéteurs à 2 fils sur une même ligne. L'application de montages d'essai a pu être sensiblement étendue. Toutefois, par suite de difficultés d'une autre nature, il n'était pas possible de dépasser une portée de 800 km environ, sans d'assez grands frais. La tendance aux réactions augmente avec le nombre des répéteurs; le degré d'amplification de chaque répéteur doit être réduit et l'on atteint finalement un état tel qu'une nouvelle augmentation du nombre des répéteurs ne peut plus présenter d'avantages.

Le répéteur à 2 fils a conduit à l'établissement de nouveaux montages à 4 fils, qui ont permis peu à peu d'atteindre de très grandes distances. Le nombre des éléments amplificateurs est augmenté d'une façon symétrique pour chaque sens de transmission et ces éléments sont répartis le long de deux lignes, de telle sorte qu'entre chaque groupe de deux éléments se trouve une portion de ligne. Les deux transformateurs différentiels sont disposés à l'origine et à la fin de la distance à couvrir. A ces deux endroits, la tendance aux réactions est également limitée, si l'on veille à ce que les lignes d'aller et de retour ne s'influencent pas réciproquement (faible couplage des deux lignes). L'ensemble du système constitue un grand répéteur à 2 fils (fig. 6). Cette disposition, à première vue très coûteuse, est encore actuellement la seule possibilité de franchir de grandes distances. Par rapport au montage à 2 fils, elle offre des avantages considérables. Chaque amplificateur ne travaillant plus que dans un seul sens de transmission, leur degré d'amplification peut être augmenté, pour autant que le niveau des bruits et les couplages réciproques le permettent. Pour une même distance entre répéteurs, on peut donc utiliser des fils plus minces, ou au contraire utiliser des fils plus épais tout en augmentant la distance entre répéteurs. Le montage de ces répéteurs est simple. L'introduction du montage à 4 fils a permis d'augmenter la portée des transmissions à 1000 km, en utilisant des lignes sous câbles pupinisées avec une fréquence critique de 2800 pér./s. et des conducteurs de 0,9 mm (charge mi-forte). Toutefois, de nouvelles difficultés ont surgi et ont posé de nouveaux problèmes à résoudre.

Aux deux stations terminus, les abonnés sont généralement branchés directement par les lignes publiques au circuit à 4 fils et la résistance apparente de ces branchements d'abonnés varie énormément, aussi l'équilibrage est-il instable, c'est-à-dire qu'il ne peut être adapté qu'à un état moyen. Il en résulte toujours qu'une plus ou moins grande partie de l'énergie qui arrive en fin de ligne retourne en sens inverse jusqu'à la station d'origine. Si la ligne dépasse une certaine longueur et si le délai de transmission t_0 est relativement grand, l'abonné qui parle entendra, après $2t_0$ s par exemple, ses propres paroles comme un écho. Ce premier écho en produit un deuxième un peu moins fort et ainsi de suite. Cet effet d'écho trouble naturellement les communications lorsqu'il a une certaine importance. Le cas limite est une réfle-

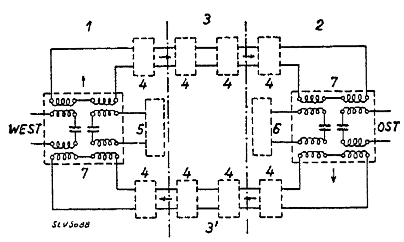


Fig. 6.

Répéteur à 4 fils, répéteurs intermédiaires et terminaux.

1 Equipement terminal Ouest.
2 Equipement terminal Est.
3 Répéteur intermédiaire Ouest-Est.
3' Répéteur intermédiaire Est-Ouest.
4 Répéteurs à 4 fils.
5 Equilibrage Ouest.
6 Equilibrage Est.

xion totale. Pour éviter en tous cas cette réflexion et pour ramener l'écho à une valeur minimum, l'équilibrage doit être aussi parfait que possible aux extrémités, par exemple en prolongeant artificiellement l'abonné, ou bien toute la disposition doit être aménagée de telle sorte que le niveau à l'origine (tension à l'origine) soit aussi bas que possible. Pour supprimer entièrement les échos, on

peut monter des suppresseurs d'échos, qui bloquent l'autre sens de transmission lorsque l'on parle dans un sens. Une faible portion de la puissance dans la ligne utilisée est soutirée, renforcée, redressée et utilisée pour actionner un relais qui bloque l'autre sens de transmission, ou pour rendre inopérant un amplificateur de cet autre sens (décalage de la tension positive de grille).

Le délai de transmission, c'est-à-dire le temps nécessaire à une bande de fréquence infiniment étroite ω pour parcourir une ligne présentant une constante de déphasage a

$$t_0 = \frac{\mathrm{d}a}{\mathrm{d}\omega} = \frac{2\,l}{s\,\omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

est proportionnel à la longueur et inversément proportionnel à la fréquence critique. Pour une longueur déterminée, ce délai trouble les communications, même s'il ne se produit pas d'échos, car le temps qui s'écoule entre l'émission des paroles et sa réception est trop grand. Le délai de transmission d'un train de fréquences ne doit pas dépasser 300 ms pour une communication publique établie. Il atteint par exemple 66 ms pour la fréquence de 800 pér./s. sur une longueur de 1000 km, avec écartement des bobines de 1,8 km et une fréquence critique de 2800 pér./s. (charge mi-forte). Pour la fréquence de 2400 pér./s. et aux mêmes conditions, il est de 122 ms. Comme on le voit, il est possible de réduire le délai de transmission en augmentant la fréquence critique.

L'expression ci-dessus pour le délai de transmission de la ligne pupinisée montre que ce délai dépend beaucoup de la fréquence et qu'il devient infini à la fréquence critique. Les composantes de fréquence élevée atteignent plus tardivement le point de réception que les composantes de fréquence basse. Il en résulte qu'en cas de longues lignes avec grands délais de transmission, les différents sons arrivent complètement séparés en trains d'ondes partiels à la station réceptrice, et que l'intelligibilité peut même devenir nulle. Pour qu'un son soit tant soit peu intelligible, les composantes de fréquences les plus élevées doivent encore s'établir pendant qu'il dure. Ce délai est pratiquement de 30 ms. La durée d'établissement de la fréquence la plus élevée (24 000 pér./s.) ne doit donc pas dépasser ce délai. On entend par durée d'établissement d'un train d'ondes l'écart entre le délai de transmission de la fréquence la plus basse (o) et celui de la fréquence à transmettre (ω), qui détermine la bande utilisée par les fréquences principales qui participent à l'établissement du son. La durée d'établissement est alors

$$\tau = t_0 \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\right),$$

qui est donc également infiniment grande à la fréquence critique. Ainsi $\tau = 27$ ms pour 2000 pér./s. pour 1000 km de longueur et charge mi-forte ($f_0 = 28\,000$ pér./s.); $\tau = 2{,}8$ ms pour 8000 pér./s. et 60 ms pour 2400 pér./s.

On cherche donc à obtenir que le délai de transmission et, par conséquent, la durée d'établissement soient aussi identiques que possible pour toutes les fréquences de la bande vocale. Pour cela, on dispose de deux moyens. Par des montages auxiliaires (compensateurs de phase ou correcteurs de déphasage) dimensionnés de façon que les délais pour les basses fréquences aient une valeur maximum, on obtient que le délai de transmission du train d'ondes soit sensiblement égal pour le câble et les compensateurs de phase, du moins pour la bande à transmettre. Ces correcteurs, dus à Küpfmüller, présentent une résistance apparente constante et un affaiblissement nul. On comprend facilement que ce montage permet bien une amélioration au point de vue de l'établissement des trains d'ondes, mais non pas une réduction du délai de transmission. En considérant les expressions de t_0 et τ, on voit qu'une augmentation de la fréquence critique peut être utile; ce procédé a été appliqué au cours de ces dernières années. Pour les transmissions très longues, les lignes sont prévues avec une fréquence critique relativement élevée, atteignant 6500 à 16 000 pér./s. suivant les pays, la bande vocale restant la même. Par le montage de filtres passe-bas aux termineurs, on obtient même que les fréquences supérieures à 2500 pér./s. ne puissent pas traverser, même lorsque l'on ne cherche pas à mieux utiliser les lignes. Pour une charge extra-légère (charge musicale) — écarts entre bobines de 1,8 km et fréquence critique de 7000 pér./s. —, le délai de transmission est de 152 ms pour une longueur de 5000 km et la durée d'établissement de 24 ms (fig. 7).

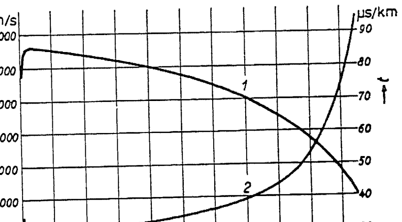


Fig. 7.
Vitesse et durée de transmission pour un circuit réel chargé par des bobines de 44 mH espacées de 1830 m.
1 Vitesse de transmission.
2 Durée de transmission.

Les expressions de la fréquence critique et de l'affaiblissement montrent que, pour des conditions identiques (mêmes écarts entre bobines), l'affaiblissement augmente avec la fréquence critique; c'est-à-dire que dans les lignes à très grandes distances, les amplificateurs doivent être plus rapprochés. Par unité de longueur, les lignes de transmission à grande distance sont donc plus chères que les lignes courtes. En Allemagne, pour la radiodiffusion et la télévision, ainsi que

pour la superposition de 3 voies sur une même ligne, on a mis au point des circuits ayant une fréquence critique de 16 000 pér./s., qui seraient parfaitement utilisables pour assurer une communication autour de la Terre. Pour une distance de 40 000 km et la fréquence de 2000 pér./s., le délai de transmission serait de 444 ms et la durée d'établissement de 4,5 ms.

Un autre phénomène désagréable qui se présente lors de la transmission vocale à très grandes distances est la distorsion d'affaiblissement, surtout dans les lignes ayant une fréquence critique peu élevée. L'affaiblissement augmentant plus fortement au voisinage de la fréquence critique, les composants de fréquence élevée sont plus affaiblis que les composants de fréquence basse. Il en résulte que les composants à fréquence élevée deviennent de moins en moins perceptibles, à mesure que la longueur de la ligne augmente. On supprime ce désavantage en équipant les amplificateurs (à 2 ou à 4 fils) de dispositifs «antidistorsion», de sorte que les fréquences élevées sont plus fortement amplifiées; à la sortie de chaque amplificateur, toutes les fréquences présentent alors une amplitude à peu près égale.

Pour les lignes ayant une fréquence critique élevée, ces montages peuvent être supprimés; on doit toutefois tenir compte que l'affaiblissement des basses fréquences diminue assez rapidement avec la fréquence. Les sons bas prédominent alors fortement. On doit dans ce cas prévoir des montages égalisateurs appropriés, en série avec la ligne, qui affaiblissent plus fortement les basses fréquences. Ces montages peuvent être constitués par des dipôles simples, des ponts symétriques, des cellules en échelle, etc. Les distorsions de phase et d'amplitude peuvent toujours être ramenées à des valeurs pratiques, comme il vient d'être dit. Il existe cependant des distorsions non linéaires, provoquées par les amplificateurs et les bobines de charge. Il n'est pas possible de les supprimer complètement, mais on peut les ramener à des valeurs qui ne gènent pratiquement pas les communications, en choisissant un matériel approprié.

On a pu ainsi, au cours de ces dix dernières années, établir des circuits téléphoniques à grandes distances à l'aide de lignes pupinisées appropriées, qui permettent de satisfaire pleinement aux exigences du trafic. En utilisant des voies sans fil aux endroits où le montage de lignes sous câbles se heurtait à de grandes difficultés ou aurait occasionné des frais trop considérables, on a pu entourer la Terre d'un réseau téléphonique plus ou moins serré. Il faut noter que les voies sans fil couplées aux voies par fils sont les parties les plus coûteuses et les moins stables de ce réseau. La tâche de ces prochaines années sera de rechercher des moyens permettant de les remplacer par de meilleurs systèmes. Un système qui semble être parfaitement réalisable consiste à utiliser des circuits sous câbles très simples, permettant la transmission de fréquences extrêmement élevées (10^6 et plus) pour porter les fréquences vocales. Ces systèmes ont déjà dépassé le stade d'expérimentation.

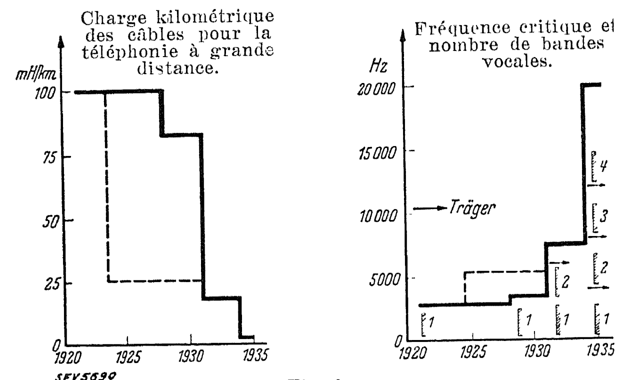


Fig. 8.
Développement du réseau allemand de câbles.
- - - charge légère, pour les communications à grande distance.
Les traits verticaux accompagnés de hachures (diagramme de droite) indiquent la position et la largeur des différentes bandes vocales.

Discussion.

Der **Vorsitzende**, Herr Direktor **M. Schiesser**, Präsident des SEV, verdankt Herrn Professor Dr. J. Forrer den Vortrag bestens. Der Referent hat gezeigt, dass das Fernsprechen auf langen Leitungen eine ganz grosse Wissenschaft geworden ist. In der heutigen Fernsprechtechnik ist eine gewaltige Forschungsarbeit verwirklicht, an der alle Gebiete der physikalischen Forschung teilnahmen. Der Vorsitzende eröffnet die Diskussion.

Herr **P. E. Schneeberger**, Kabelwerke Brugg A.-G.: Herr Professor Dr. Forrer hat in ausserordentlich glücklicher Weise die Entwicklung des Fernsprechens über Kabelleitungen auf grosse Entfernungen dargestellt und es ist der Leitung des SEV zu danken, dass sie in unserm Kreise nun auch den bis heute etwas stiefmütterlich behandelten Schwachstrom zu Worte kommen lässt. Gerade die Entwicklung der Telephonie ist in den letzten Jahren zu einem volkswirtschaftlichen Faktor gewachsen, der nicht nur für den Staat, sondern für die Elektroindustrie im speziellen von grösster Bedeutung ist.

Zum Vortrag selber möchte ich nur kurz einige Worte sagen und den Herrn Referenten bitten, gegebenenfalls die gewünschte Auskunft zu erteilen.

Die Grössenordnung der zu Beginn des Vortrages angeführten Kopplungswerte zwischen den einzelnen Bauelementen darf zwischen

Stamm/Stamm	im Mittel	30 $\mu\mu$F,	max. 100 $\mu\mu$F
Stamm/Vierer	»	» 75 $\mu\mu$F,	max. 250 $\mu\mu$F
Vierer/Vierer	»	» 50 $\mu\mu$F,	max. 100 $\mu\mu$F

nicht überschreiten. Diese Werte verbürgen eine leichte Durchführung des Ausgleiches der Kopplungsunsymmetrien, insbesondere durch das Kreuzungsverfahren. Die vom Herrn Vortragenden bezeichneten Kopplungen zwischen den Adern und dem Bleimantel haben schon oft zu Diskussionen Anlass gegeben und ich möchte fragen, ob in letzter Zeit dieses Problem abgeklärt worden ist. Es bestehen grundsätzlich zwei Anschauungen: Hat der Ausgleich der Erdunsymmetrien eine praktische Bedeutung für die Uebersprechverhältnisse oder nicht?

Eine weitere Frage, die vielleicht mehr allgemeines Interesse hat, betrifft die Verstärkeranlagen. Es würde mich sehr interessieren, etwas über die Organisation der Kontrolle der Verstärker zu hören. Die absolute Stabilität der Röhrenkonstanten ist eine Notwendigkeit für die klare Sprachübermittlung. Es sind ganz gewiss spezielle Vorkehren für eine sorgfältige Betriebsüberwachung getroffen worden.

Zum Schluss deutete Herr Professor Forrer noch den Weg in die Zukunft, indem er auf die sog. Breitbandkabel hinwies.

Die Uebertragung hoher und höchster Frequenzen auf Kabelanlagen bedingt grundsätzliche Konstruktionsänderungen. Die Hauptgründe sind die Zunahme der Widerstands- und Ableitungsdämpfungen, welche bei den jetzigen Baustoffen Werte annehmen würden, die eine Uebertragung unmöglich machen. Eine Reihe von Isolationsstoffen mit sehr geringen dielektrischen Verlustwinkeln bei hohen Frequenzen liegen bereits vor. Glaubt Herr Professor Forrer an eine starke Verbreitung des zukünftigen Fernsehens und sind gegebenenfalls die Aussichten für Verteilungsanlagen auf dem Kabelprinzip gegenüber der drahtlosen Uebertragung günstig?

Herr Professor Dr. **F. Tank**, Eidg. Techn. Hochschule, Zürich: Seit mehr als einem Dezennium stehen sich die Telephonie auf dem Drahtwege, bzw. Kabel, und die drahtlose Telephonie durch den freien Luftraum hindurch als Rivalen gegenüber. Es ist von hohem Interesse, die beiden Uebertragungsmethoden hinsichtlich ihrer besonderen Eigenart und Eignung zu vergleichen. Es ist unschwer zu erkennen, dass gerade dort, wo die Vorzüge der einen Methode liegen, die andere Methode Schwächen aufweist und umgekehrt. Die Kabeltelephonie ist gerichtet, d. h. schlägt einen bestimmten vorgeschriebenen Weg ein, und ist weitgehend störungsfrei, dagegen bereiten die Dämpfung, das Bestehen einer Grenzfrequenz und die im Zusammenhang damit stehenden Phasenverschiebungen dem Durchgang hoher Frequenzen grosse Schwierigkeiten; auch ist das Kabel sehr kostspielig. Die drahtlose Telegraphie besitzt den Vorteil eines absolut trägheitsfreien und in der Kostenfrage überhaupt keine Rolle spielenden Uebertragungsmediums, wogegen sie aber Störungen stark ausgesetzt ist und die Richtmöglichkeiten beschränkt sind. Es ergibt sich daher von selbst der Wunsch, die beiden Methoden irgendwie so zu kombinieren, dass ihre Vorzüge vereinigt sind, ohne dass ihre Nachteile entsprechend gesteigert werden. Eine dahin zielende Lösung stellt ohne Zweifel das Hochfrequenzkabel dar. Die Verwirklichung eines technisch verwendungsfähigen Hochfrequenzkabels bietet eine Reihe grundsätzlicher Schwierigkeiten, vor allem hinsichtlich der Dämpfung. Durch Verwendung der neuen verlustarmen Isolierstoffe sind aber schon erhebliche Fortschritte erzielt worden. Das Hochfrequenzkabel ist zunächst in der Hochfrequenztechnik als Energieleitung vom Sender zur Antenne verwendet worden. Es würde aber bei weiterer Durchbildung ganz allgemein ein ideales Kabel darstellen. Nicht nur wäre es möglich, eine grosse Anzahl von Gesprächen in einwandfreier Qualität gleichzeitig auf einer Leitung zu übertragen, sondern das Hochfrequenzkabel ist vor allem das berufene Kabel für das Fernsehen. Von der Lösung der Kabelfrage wird ganz wesentlich die Entwicklung des zukünftigen Fernsehens abhängen. Wenn auch die Schwierigkeiten gross sind, die sich der Entwicklung eines Hochfrequenzkabels entgegenstellen, so wird zweifellos dafür auch Grosses erreicht sein, wenn seine Verwirklichung gelingt[1]).

Herr **P. E. Erikson,** Int. Standard Electric Corporation, London: Herr Professor Dr. Forrer hat uns ein so klares und vollständiges Bild der Entwicklung der Fernkabeltechnik gegeben, dass es fast unmöglich ist, etwas beizufügen. Selbst für uns ältere Ingenieure, die diese Entwicklung über eine Spanne von etwa 30 Jahren verfolgt haben, gab es nichtsdestoweniger etwas Neues zu lernen. Der Schwachstromtechniker muss stets nach besserer Ausnützung der Werkstoffe streben, und dies gilt im besondern für Kupferdraht. Bei Freileitungen von — sagen wir — 4 bis 5 mm Drahtstärke waren wir nicht zufrieden, durch Fantomausnützung drei Sprechkreise aus vier Drähten herauszuholen. Es wurde ein Verfahren entwickelt, das durch die Verwendung von hochfrequenten Trägerströmen die Ueberlagerung von drei bis vier Kreisen auf jeder Freileitung ermöglichte.

Wir sind nun daran, dieses selbe hochfrequente Verfahren auf Kabel anzuwenden. Der Herr Referent erwähnte die Verwendung von ein bis drei Trägerkanälen auf besonders pupinisierten Leitungen, die so bespult sind, dass sich eine Grenzfrequenz von der Grössenordnung 20 000 Per./s ergibt. In der Diskussion wurden auch die Breitbandkabel koaxialer Konstruktion erwähnt, die entweder zur Fernsehübertragung oder zum Gewinn einer sehr grossen Zahl von tonfrequenten Kanälen verwendet werden können.

Es gibt jedoch noch einen Zwischenschritt zwischen den besonders pupinisierten Kabeln mit drei Trägerkanälen und den koaxialen Kabeln, der von Wichtigkeit ist. Versuche wurden kürzlich in Amerika und in Grossbritannien unternommen, die gezeigt haben, dass es bei einem unbespulten (d. h. einem homogenen) Kabel von vielpaarigem Aufbau möglich ist, neun bis zwölf trägerfrequente Telephonkanäle auf Paaren von geeigneter Konstruktion zu bekommen.

Die Hauptaufgabe bei der praktischen Entwicklung der Trägertelephonie auf Kabeln ist jedenfalls: 1. die Auseinanderhaltung der verschiedenen Kanäle in befriedigendem Ausmasse und 2. die Verstärkung der Gesprächströme ohne Verzerrung.

Zum Schluss möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass Sie heute in der Schweiz eines der besten und einheitlichsten Fernkabelnetze Europas haben und, was von besonderem Interesse ist, dass die Kabel ausschliesslich in der Schweiz hergestellt worden sind.

Herr **H. Weber**, Telegraphen- und Telephonabteilung der PTT, Bern: Es wurde auf den Einfluss der Temperatur (Wechsel der Jahreszeiten) auf die Eigenschaften des Kabels hingewiesen, insbesondere auf die Veränderung der Dämpfungscharakteristik. Diese Veränderung ist bei langen Leitungen so gross, dass die Entzerrungseinrichtungen in den Verstärkern hauptsächlich während den Uebergangszeiten Frühling und Herbst neu eingestellt werden müssen. M. W. sind dafür auch schon automatisch arbeitende Entzerrungsvorrichtungen angewandt worden; in der Schweiz wird diese Aenderung von Hand ausgeführt. Besonders störend sind diese Temperatureinflüsse auf lange Rundfunkübertragungsleitungen, z. B. Wien—Zürich, weshalb diese einer besonders sorgfältigen periodischen Ueberwachung über das ganze Frequenzband bedürfen.

M. H. Jacot, Division des Télégraphes et des Téléphones des PTT, Berne: Monsieur le professeur Forrer a parlé dans son exposé de deux faits importants au sujet desquels l'administration suisse des téléphones a procédé à toute une série d'essais spéciaux. Il s'agit

1° de la distorsion linéaire des lignes répétées à 2 fils et de la manière de la compenser au moyen du circuit de contre-distorsion (Entzerrerschaltung) de chaque répéteur,

2° du nombre maximum de répéteurs à 2 fils pouvant être branchés en série.

Monsieur le professeur Forrer a cité comme maximum 8 répéteurs à 2 fils en série. Or on se heurte ici à une opposition de ces 2 facteurs. Ou bien on cherche en effet à compenser la distorsion linéaire des lignes en augmentant le gain des répéteurs à 2 fils pour les fréquences supérieures de 1000 pér./s à 2400 pér./s. Mais pour les fréquences proches de la fréquence de coupure du câble il est difficile d'adapter exactement l'équilibreur à l'impédance de la ligne, c'est-à-dire que pour ces fréquences il y aura risque de couplage plus grand, la ligne aura une plus forte tendance à siffler. Il faut donc trouver un réglage moyen de la contre-distorsion qui compense malgré tout le mieux possible la distorsion linéaire de la ligne, tout en gardant une stabilité suffisante pour un grand nombre de répéteurs à 2 fils en série. Dans cet ordre d'idée l'administration a fait des essais sur une ligne de 624 km de Brigue à Schuls avec 7 répéteurs intermédiaires à Martigny, Lausanne, Berne, Olten, Zurich, Coire et St-Moritz. On vit que si sur une pareille ligne on exagère la contre-distorsion, c'est-à-dire si on veut trop compenser la distorsion linéaire de la ligne elle aura une tendance beaucoup plus forte à siffler. Un circuit fantôme de pupinisation H — 63 sera meilleur du fait de sa plus haute fréquence de coupure (3600 pér./s) qui permettra de bien adapter l'équilibreur jusque près de la fréquence de coupure du répéteur (2400 pér./s dans notre cas). Il est vrai que dans certains cas on peut brancher 10 répéteurs à 2 fils en série et même

[1]) Es mag erwähnt werden, dass für die Zwecke des Fernsehens ein Hochfrequenzkabel vom koaxialen Typ von New York nach Philadelphia verlegt wurde. Ein ebensolches soll zwischen London und Birmingham erstellt werden; man rechnet, auf demselben 200 bis 300 Telephongespräche gleichzeitig führen zu können.

plus sans que la ligne ne se mette à siffler, mais ces répéteurs ont une fréquence de coupure plus basse (2000 pér./s). Ces répéteurs appelés répéteurs sur cordon sont utilisés lorsque dans certains cas la téléphoniste doit connecter ensemble deux lignes interurbaines. Par ex. il n'existera pas de circuit direct Genève—Schuls; on établira la communication en connectant ensemble à Zurich les 2 circuits Genève—Zurich et Zurich—Schuls. Le répéteur sur cordon de Zurich compensera partiellement les affaiblissements des 2 circuits de sorte que l'affaiblissement de la liaison Genève—Schuls sera ramenée à celle d'une ligne directe. Comme il est nécessaire de connecter ensemble toutes sortes de circuits qu'il n'est pas toujours possible de bien équilibrer, et qu'il faut éviter que la liaison ne siffle, on a choisi une fréquence de coupure plus basse pour ces répéteurs. Mais il est évident qu'en connectant un grand nombre de ces répéteurs en série la bande de fréquence effectivement transmise en sera fortement réduite et la qualité de la parole transmise en souffrira.

Monsieur Schneeberger a demandé quelles mesures de maintenance on effectuait sur les circuits et les répéteurs. Monsieur le professeur Forrer a déjà dit que pour les circuits internationaux un règlement international établi par le CCIF était intervenu. Pour chaque ligne une station directrice responsable de la qualité du circuit complet est désignée, ainsi que pour chaque pays traversé une station sous-directrice qui sera responsable du tronçon de frontière à frontière. Ainsi chaque directrice ou sous-directrice sera chargée de localiser et le cas échéant de lever les dérangements dans la section dont elles ont la responsabilité. Ainsi pour la ligne Paris—Vienne, Zurich sera choisie comme sous-directrice pour la Suisse et sera responsable du tronçon Bâle—St-Gall. Comme les lignes à 4 fils sont plus coûteuses que les lignes à 2 fils au point de vue du capital investi, il faut que ces lignes rendent aussi davantage et qu'elles soient par conséquent toujours en parfait état de fonctionnement. Pour cette raison les circuits à 4 fils seront mesurés régulièrement une fois par semaine ou une fois par mois suivant leur longueur. A époques régulières on contrôlera la bande de fréquences transmise de 300 à 2400 pér./s. La stabilité du gain des répéteurs dépend des triodes et particulièrement des variations de leur courant de chauffage. Ces courants sont donc contrôlés une fois par semaine. Le gain des répéteurs est vérifié une fois par mois.

Pour les amplificateurs radiophoniques qui doivent assurer une transmission parfaite de la musique pour une bande de 35 à 7000 pér./s le contrôle est encore plus serré. Le gain de ces amplificateurs qui doit être particulièrement stable est contrôlé toutes les semaines. Chaque samedi les circuits radiophoniques sont mesurés et celà pour les 4 réseaux (Beromünster, Sottens, Europe I et Europe II). Régulièrement le gain est contrôlé pour toute la bande de fréquences de 35 à 10 000 pér./s de manière à s'assurer de l'uniformité des caractéristiques des amplificateurs.

Ces quelques explications supplémentaires donneront un bref aperçu des mesures de maintenance nécessaire à maintenir les réseaux téléphoniques et radiophoniques en parfait état de fonctionnement.

Herr Prof. Dr. J. **Forrer**, Referent: Zu der von Herrn Schneeberger gestellten Frage nach der Bedeutung der Erdunsymmetrien in den Fernkabeln ist zu sagen, dass sie in den Messwerten, die dem Nebensprechausgleich zugrunde gelegt werden, inbegriffen sind und in ihrer Wirkung auf das Nebensprechen durch den Ausgleich beseitigt werden. Bei Kabeln, die dem Einfluss von Starkstromanlagen ausgesetzt sind, wo also auf den einzelnen Drähten Längsspannungen induziert werden, führen Erdkopplungsunsymmetrien zu Störungsgeräuschen. Der Zusammenhang zwischen Geräuschspannung und Unsymmetrie ist vielfach, auch theoretisch, erörtert worden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass grosse Erdunsymmetrien zu unzulässig starken Geräuschen führen, die bei sonst symmetrischen Verhältnissen durch Ausgleich beseitigt werden können. Dieser hat sich dann nur auf die Erdunsymmetrien zu beziehen, in denen dann auch die Gesamtheit der Kopplungen gegen alle übrigen Drähte im Aderbündel inbegriffen ist. Es hat sich aber gezeigt, dass beispielsweise bei Erdkapazitätsunsymmetrien die unterhalb eines Minimalbetrages liegen (ca. 500 $\mu\mu$F pro Spulenfeld für Stamm- und ca. 1000 $\mu\mu$F für Viererleitungen) der für eine weitere Reduktion nötige Aufwand (vermehrter Ausschuss in der Fabrikation und umfangreichere Ausgleichsarbeiten) keinen namhaften praktischen Erfolg mehr verspricht. Die Schweizerische Telephonverwaltung hat sich immer mit den angegebenen Grenzen für die Erdkapazitätsunsymmetrien begnügt; irgendwelche störenden Geräusche finden sich auf ihren Fernkabelanlagen nicht, trotz des teilweise ausserordentlich grossen Einflusses der elektrischen Bahnanlagen.

Im Fernsprechverstärkerbetrieb hat man von Anfang an nur mit den besten Verstärkerrohren gearbeitet, um weitgehende Stabilität der Einrichtungen zu erreichen. Zeitlich stark veränderliche Eigenschaften der diesbezüglichen Einrichtungen würden einen geordneten Betrieb auf langen Kabelleitungen mit verhältnismässig vielen Verstärkern geradezu unmöglich machen. Die Betriebsvorschriften für die Verstärkerämter verlangen vom Ueberwachungspersonal unter anderm auch die in regelmässigen Zeitabständen durchzuführende Kontrolle der Rohre, Nachbildungen, Leitungsabschnitte, usw., über die eingehend Buch zu führen ist.

Das Hochfrequenzkabel wird bestimmt kommen; die ganze Entwicklung der Mittel für die Nachrichtenübermittlung über grössere Entfernungen geht in diesem Sinne. Der Durchlassbereich der Kabelstromkreise wurde im Lauf der vergangenen Jahre über das nur für die Uebertragung der Sprachfrequenzen nötige Mass hinaus erweitert, um weitere Uebertragungskanäle zu schaffen (siehe Fig. 8 des Referates). Der Vorschlag zur konzentrischen Anordnung von Hin- und Rückleitung ist schon Jahrzehnte alt. Ein Vorläufer des heute in Aussicht genommenen konzentrischen Breitbandkabels ist das im Jahre 1930 ausgelegte Seekabel von Key-West nach Habanna, wo auch bereits ein guttaperchaähnliches Isoliermaterial (Paragutta) verwendet wurde, das ein Mittelding darstellt zwischen den bis vor kurzem gebräuchlichen und den neuesten Hochfrequenzisolierstoffen. Das Hochfrequenzkabel an und für sich ist lediglich eine Frage des Isoliermaterials; möglichst geringe dielektrische Verluste bei hohen und höchsten Frequenzen und geeignete mechanische Eigenschaften sind nötig. Verschiedene Materialien dieser Art sind schon entwickelt. In Amerika sind grössere Kabelstrecken bereits verlegt worden und in England und Deutschland ist man im Begriff, das Breitbandkabel in den Dienst der Nachrichtenübermittlung zu stellen. 200 Fernsprechkanäle, d. h. die entsprechenden Trägerwellen werden als Minimum der Ausnutzung genannt, und es lässt sich übersehen, dass für grössere Entfernungen ein durchaus wirtschaftlicher Betrieb möglich wird. Bestimmte Fragen, wie die Weiterentwicklung der Linienverstärker und die Vereinfachung der Endschaltungen, bedürfen noch des weiteren Studiums.

Es lässt sich voraussehen, dass das Breitbandkabel auch auf dem Gebiete des Fernsehens noch weitgehend zur Geltung kommen wird. Heute werden Kurzwellenbildsender zum Zweck des «Fernsehens zu Hause» erstellt. Mit einer Entwicklung ähnlich wie beim Rundfunk zu rechnen, erscheint etwas gewagt, sofern die Zukunft nicht ganz wesentliche Vereinfachungen und damit bessere und billigere Empfangsapparate bringt. Bei den kurzen Wellen, die für die Verbreitung von Fernsehdarbietungen heute in Frage kommen, stellt sich schon die Forderung der optischen Sicht in den Vordergrund, ein Umstand, der bei unseren schweizerischen Bodenverhältnissen unter Umständen zusammen mit andern Schwierigkeiten Enttäuschungen bringen kann. Man begegnet denn auch vielfach der Auffassung, dass die erste brauchbare und gute Lösung das «Fernsehen im Kino» sein könnte. Der Kino kann mit Wiedergabeapparaturen ausgerüstet werden, die dem Stand der Technik in jeder Beziehung entsprechen. Er würde bedient aus einem Breitbandkabel, das beispielsweise von einem zentralen Studio aus mit erstklassigen Darbietungen beschickt wird. Dieses Verfahren hätte bestimmt den Vorteil, dass dem grösseren Aufwand entsprechend auch mit besseren Bildern gerechnet werden könnte.

Der **Vorsitzende** dankt den Herren Diskussionsrednern bestens für ihre wertvolle Mitwirkung.

Essais de cuisson avec récipients de différentes grandeurs.

Communication de la *Station d'essai des matériaux de l'ASE*, Zurich. 621.364.5 : 643.3.0014

Les essais montrent que l'on peut aussi utiliser sans inconvénient de petits récipients sur des plaques de cuisson plus grandes, lorsqu'il s'agit de faibles quantités d'aliments, les différences de consommation d'énergie étant négligeables quand les diamètres ne diffèrent que très peu.

Es wird anhand von Versuchen gezeigt, dass für das Ankochen geringer Kochgutmengen unbedenklich auch kleine Kochgefässe auf grösseren Kochplatten benützt werden können, da bei kleinen Durchmesserdifferenzen der Unterschied im Energieverbrauch unbedeutend ist.

(Traduction.)

Jusqu'ici, les cuisinières électriques étaient surtout munies de plaques de cuisson de 18 et 22 cm de diamètre. L'emploi de plaques de 14 cm, à côté de plaques plus grandes, est beaucoup plus récent. Dans la très grande majorité des cas, on ne rencontre encore actuellement que des plaques de 18 et 22 cm sur les cuisinières de ménage. Il est donc indiqué de rechercher quelles sont les dimensions des récipients qui doivent être utilisés sur ces plaques de cuisson. Quand il s'agit de préparer d'assez grandes quantités d'aliments, il va de soi que l'on ne peut utiliser que des récipients dont le fond présente le même diamètre que celui de la plaque de cuisson ou un diamètre très peu différent. Par contre, on sait moins bien quelles sont les conditions optima pour la préparation de faibles quantités d'aliments. En particulier, on peut se demander si la cuisson de faibles quantités d'eau, de lait, de bouillie, de petits restes d'aliments, etc., est encore économique lorsqu'elle a lieu dans des récipients qui ne recouvrent pas complètement la surface utile de la plaque de chauffe.

En vue d'élucider cette question, la Station d'essai des matériaux de l'ASE a exécuté une série d'essais de cuisson, à la demande de l'office de la Station d'essai des matériaux pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électro-ménagers. Les récipients contenaient chaque fois une certaine quantité d'eau, qu'il s'agissait de chauffer de 20 à 95° C; le temps nécessaire pour atteindre cet échauffement est désigné dans ce qui suit par durée de cuisson. Le fond des récipients et la surface des plaques de cuisson étaient plans (écart maximum du plan parfait, environ 0,02 mm). Le tableau I indique brièvement les données caractéristiques.

Tableau I.

Plaque de cuisson	Diamètre cm	Puissance nominale W	Poids kg
Fonte grise	18	1500	3,07
» »	22	1800	3,59
Récipient en aluminium Hauteur cm	**Diamètre du fond cm**	**Contenance jusqu'au bord litres**	**Poids kg**
9,2	14,4	1,25	0,73
10,1	16,1	1,85	0,76
10,9	18,3	2,55	1,05
12,4	20,3	3,5	1,48
13,2	22,1	4,6	1,65
14,3	24,3	5,8	2,30

Les récipients utilisés étaient de même fabrication et constituaient un jeu de modèles semblables.

Les essais de cuisson ont été entrepris pour chaque grandeur de récipient et chaque quantité d'eau en partant de l'état froid (20° C) et de l'état chaud (température d'ébullition de l'eau) des plaques de cuisson. Par réglage de la tension, la puissance absorbée par les plaques a été maintenue exactement à la valeur nominale pendant toute la durée des essais.

Les résultats de ces essais sont indiqués par les graphiques des figures 1 et 2. Les courbes de la figure 1 montrent la dépendance de la durée de cuisson, lorsque certaines quantités d'eau (0,5 à 2 litres) sont chauffées dans différents récipients (diamètres 14 à 22 cm), sur une plaque de 18 cm. La figure 2 montre la même fonction pour une plaque de 22 cm et des récipients de 16 à 24 cm de diamètre.

Pour juger de ces résultats, il faut tenir compte du fait que les surfaces d'appui des plaques de cuisson et des récipients utilisés étaient relativement planes par rapport aux articles vendus couramment dans le commerce, mais que certains objets présentaient tout de même quelques faibles écarts, qui n'avaient pas pu être entièrement éliminés. L'allure semblable des courbes des figures 1 et 2 permet cependant de conclure qu'une comparaison des résultats obtenus donne une vue d'ensemble correcte.

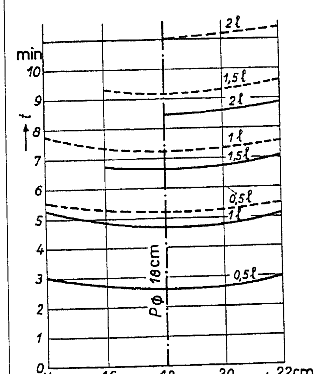


Fig. 1.
Plaque de cuisson 18 cm ⌀, 1500 W.

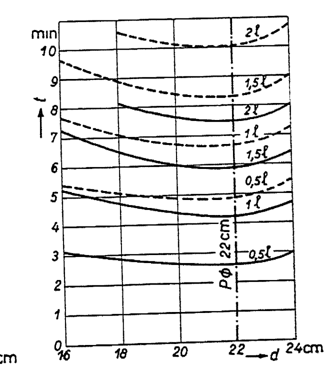


Fig. 2.
Plaque de cuisson 22 cm ⌀, 1800 W.

Durée de cuisson t en fonction du diamètre d du récipient et de la quantité d'eau.
—— Essai en partant de l'état chaud de la plaque.
- - - » » » » » froid » » »

On notera tout d'abord que les durées de cuisson ne varient que relativement peu, lorsqu'une même quantité d'eau est échauffée dans différents récipients. On sait que, selon l'état du fond de récipients par ailleurs identiques, les durées de cuisson peuvent différer dans le rapport de 1 : 2 par exemple. Or, on n'a constaté qu'un écart maximum de 1 : 1,2 selon ces essais de comparaison entre réci-

pients couvrant entièrement la plaque de cuisson et récipients ne la couvrant qu'à moitié.

Les durées de cuisson les plus brèves sont obtenues (selon les courbes des figures 1 et 2) avec les récipients dont le diamètre du fond est le même que celui de la plaque ou ne s'en écarte que faiblement. Une bonne base de comparaison peut être également obtenue par le calcul des frais d'énergie. Pour un prix de 7 cts/kWh par exemple, on obtient selon ces essais les valeurs-limites indiquées au tableau II.

Cette comparaison montre très nettement que la cuisson de faibles quantités d'aliments peut se faire sans inconvénient dans de petits récipients sur de grandes plaques de cuisson.

Il va de soi que ces considérations n'entrent pas en ligne de compte lorsqu'il s'agit de plus grandes quantités d'aliments et de plus longues durées de cuisson. Enfin, il ne faut pas oublier que certains

Tableau II.

Quantité d'eau	Plaque de cuisson		Diamètre du récipient	Frais d'énergie pour la cuisson de la quantité d'eau mentionnée à la colonne 1	
	Etat au début de l'essai	Diamètre			
Litre		cm	cm	Cts.	Différence
0,5	froid	18	18	0,91	0,05
0,5	„	18	14	0,96	
0,5	chaud	18	18	0,46	0,08
0,5	„	18	14	0,54	
0,5	froid	22	22	1,03	0,11
0,5	„	22	16	1,14	
0,5	chaud	22	22	0,55	0,12
0,5	„	22	16	0,67	

points de vue pratiques, tels qu'un remplissage suffisant des récipients, l'utilisation de récipients pas trop grands, etc., jouent un rôle dans la préparation de petites quantités d'aliments.

Die Gittersteuerung beim unmittelbaren Drehstrom-Einphasenstrom-Mutator.

Von *R. Feinberg*, Amsterdam. 621.314.27

Die Wirkungsweise eines unmittelbaren Drehstrom-Einphasenstrom-Mutators sowie die grundsätzlichen Gittersteuer-Bedingungen werden an Hand eines einfachen Mutatorbeispiels erläutert. Die Gittersteuerung hat beim unmittelbaren Mutator die Aufgabe, die Gefässanoden in den Bereichen gesperrt zu halten, wo ihr Potential gegen die Kathode positiv ist, sie aber für den Stromdurchgang gesperrt bleiben müssen. Die Gittersteuerung wird zur Erhöhung der Betriebssicherheit des Mutators so ausgeführt, dass ein Gitter nur dann Freigabespannung erhält, wenn die zugeordnete Anode strombereit sein muss. Eine Verriegelungseinrichtung an der Gittersteuerung und eine Schutzdrosselspule im Hauptstromkreis verhindern die zusätzliche Beanspruchung des Transformators und der Gefässe durch innere Ausgleichsströme und erhöhen die Betriebssicherheit des Mutators. Sowohl bei starrem als auch bei gleitendem Frequenzverhältnis wird die Freigabe-Steuerspannung aus einer von der Primärspannung und einer von der Sekundärspannung abhängigen Komponente zusammengesetzt.

L'auteur expose, en se servant d'un exemple simple, le fonctionnement du mutateur triphasé-monophasé direct ainsi que les conditions fondamentales de la commande par grilles polarisées. Dans ce type de mutateur, la tâche de la grille consiste à bloquer l'anode dans les espaces où celle-ci ne doit pas laisser passer de courant bien que son potentiel soit positif par rapport à la cathode. En vue d'augmenter la sécurité d'exploitation du mutateur, la commande par grilles polarisées est conçue de telle sorte que chaque grille n'est amenée au potentiel permettant le passage de courant que lorsque l'anode correspondante doit être prête à livrer du courant. Un verrouillage de la commande par grilles ainsi qu'une réactance dans le circuit principal empêchent que le transformateur et le bac soient sollicités outre mesure par des courants internes d'équilibre; en outre ils augmentent la sécurité d'exploitation. Lorsque le rapport de fréquence est fixe comme lorsqu'il est variable, le potentiel de grille permettant le passage du courant dépend et de la tension primaire et de la tension secondaire.

Einleitung.

Für die Umformung von Drehstrom von 50 Per./s, der von den allgemeinen Landesversorgungsnetzen geliefert wird, in Einphasenstrom von $16^2/_3$ Per./s, der zum Betrieb von Bahnnetzen erforderlich ist, standen bisher nur rotierende Umformer zur Verfügung. Durch die Einführung der gittergesteuerten Quecksilberdampf-Entladungsgefässe (Mutatoren) ist in der letzten Zeit ein neuer Weg zur Stromumformung eröffnet worden. Das Interesse an diesen Mutatoren hat konkrete Gestalt erhalten durch den Entschluss der Deutschen Reichsbahn, mehrere Drehstrom-Einphasenstrom-Mutatorsysteme im praktischen Betrieb zu erproben. Diese Mutatorsysteme sind in zwei Grundarten zu scheiden: im einen Falle geht die Stromumformung über Gleichstrom als Zwischenglied vor sich, während im andern Falle der Drehstrom unmittelbar in den Einphasenstrom umgebildet wird. Die Hauptaufgabe bei der Durchbildung eines unmittelbaren Mutators liegt in der Durchführung der Bedingungen für die Gittersteuerung. In den folgenden Betrachtungen werden diese Steuerbedingungen grundsätzlich auseinandergesetzt.

Wirkungsweise des unmittelbaren Drehstrom-Einphasenstrom-Mutators.

Die Ableitung der grundsätzlichen Gittersteuerbedingungen ist unabhängig von der speziellen Gestalt des unmittelbaren Mutators. Es sei deshalb von dem in Fig. 1 dargestellten Mutator ausgegangen. Gemäss dem Schaltbild Fig. 1a speist ein Drehstromnetz a einen Transformator b, dessen dreiphasige Sekundärwicklung über gittergesteuerte Entladungsgefässe c an den einen Strang des einphasigen Sekundärnetzes d führt; der andere Netzstrang ist mit dem Wicklungssternpunkt des Transformators unmittelbar verbunden. Die einzelnen Stränge der Transformator-Sekundärwicklung werden durch die Entladungsgefässe in periodischer Aufeinander-

folge mit dem Sekundärnetz verbunden. Das hat zur Folge, dass Ausschnitte aus den Kurven der einzelnen Strangspannungen $u_1 \ldots u_3$ zu einer Spannungskurve u_s von kleinerer Frequenz zusammengesetzt werden (vgl. Fig. 1b). Durch Abstufung der Sekundärwindungen 1 ... 3 des Transformators sind die Spannungen $u_1 \ldots u_3$ ebenfalls abgestuft; die resultierende Kurve u_s wird dadurch einem sinusförmigen Verlauf angenähert. Grösse und Phasenlage des in das Einphasennetz fliessenden Stromes i_s sind

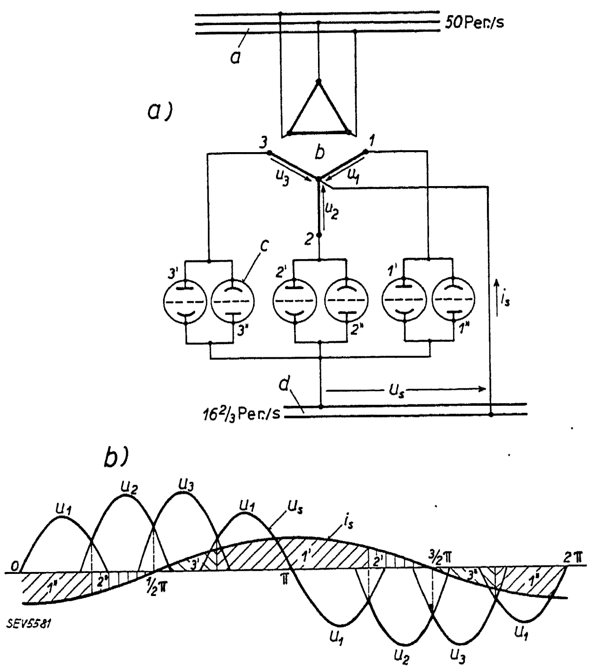


Fig. 1.
Unmittelbarer Drehstrom-Einphasenstrom-Mutator.
a) Schema:
a Drehstromnetz,
b Transformator,
c Entladungsgefässe,
d Einphasennetz.
b) Zusammensetzung von Spannung und Strom:
u_s Sekundärspannung,
i_s Sekundärstrom bei induktiver Last,
$u_1 \ldots u_3$ Primäre Teilspannungen.

bestimmt durch u_s und die Sekundärbelastung. Infolge der Ventilwirkung können die Entladungsgefässe den Strom nur in einer Richtung durchlassen. Es sind deshalb je zwei Gefässe gegensinnig parallel angeordnet. Nach der Darstellung in Fig. 1 ist die Gefässgruppe 1′ ... 3′ für den Durchlass der positiven Halbwelle von i_s und die Gefässgruppe 1″ ... 3″ für den Durchlass der negativen Stromhalbwelle bestimmt. In Fig. 1b ist angedeutet, in welchen Zeitabschnitten die einzelnen Gefässe bei einem rein induktiven Sekundärstrom i_s stromführend sind.

Die Entladungsgefässe wirken wie Schalter, die periodisch wiederkehrend betätigt werden und die dabei die einzelnen Sekundärstränge des Transformators in zyklischer Aufeinanderfolge mit dem Sekundärnetz verbinden. Von entscheidender Bedeutung für die «Schalter-Betätigung» ist die Ventilwirkung der Entladungsgefässe sowie die Steuerung der Gefässe durch Gitter. Durch die Ventileigenschaft ist der Stromdurchgang durch das Gefäss stets unterbunden, wenn die Gefässanode negativ gegen die Kathode ist. Mit Hilfe der Gittersteuerung wird bei positiver Anode eine Zündung des Gefässes verhindert und damit das Gefäss für den Stromdurchgang gesperrt gehalten. Bei der Frequenzumwandlung eines Wechselstromes ist das Anodenpotential des Mutators abwechselnd negativ und positiv[1]). Die Verhinderung des Stromdurchganges durch die Gefässe und damit die Trennung der Transformatorstränge vom Sekundärnetz ist bei negativer Anode zwangsläufig, während bei positiver Anode die Gittersteuerung zu Hilfe genommen wird.

Die Gittersteuerung hat somit die Aufgabe, die Gefässe in den Zeitabschnitten am Zünden zu verhindern, wo die Anoden positives Potential aufweisen, die Gefässe aber für den Stromdurchgang gesperrt bleiben müssen. Für den Betrieb des Mutators genügt es somit, die Gitter der einzelnen Gefässe nur in diesen Zeitabschnitten auf Sperrspannung zu bringen. Die Betriebssicherheit des Mutators wird jedoch wesentlich erhöht, wenn die Gitter auch bei negativer Anode auf Sperrpotential liegen und nur dann Freigabespannung erhalten, d. h. sperrspannungsfrei sind, wenn die Anoden zur Stromübernahme bereit sein müssen.

Der Gittersteuerplan.

Bei Dampfentladungsgefässen sperrt das Gitter nur so lange, als die Entladung noch nicht gezündet hat. Nach der Zündung ist der Fortgang der Entladung unabhängig vom Gitterpotential; das Gitter kann somit ohne weiteres wieder auf Sperrspannung gebracht werden. Zum Betrieb des Mutators ist es somit nur erforderlich, die einzelnen Gitter im Augenblick der Zündbereitschaft der Anoden kurzzeitig auf Freigabespannung zu bringen. Fig. 2 zeigt den auf diese Weise einzuhaltenden Gittersteuerplan für den Mutator nach Fig. 1a unter der Voraussetzung, dass dieser einen induktiven Strom gemäss Fig. 1b liefert.

Der Gittersteuerplan kennzeichnet die zeitliche Aufeinanderfolge von Freigabe- und Sperrspannung. In Fig. 2 ist die Sperrspannung an den Stellen gestrichelt gezeichnet, wo die Anoden negatives Potential haben und die Gefässe infolgedessen zwangsläufig gesperrt sind. Aus Fig. 2 ist zu erkennen, dass der Freigabe-Augenblick verschieden ist, je nachdem, ob Gleichrichter- oder Wechselrichter-Betrieb des Mutators vorliegt. Kennzeichnend für die augenblickliche Betriebsart des Mutators ist das Potential der Anode, die bei der zuletzt stattgefundenen Kommutierung abgelöst wurde. Bleibt nach dem Ende der Kommutierung das Anodenpotential negativ, so ist das Gefäss für den weiteren Stromdurchgang zwangsläufig gesperrt; dieser Fall liegt vor bei der Kommutierung im Betriebe eines Gleichrichters. Wird hingegen nach dem Ende der Kommutierung — natürlich unter Einhaltung einer «Ruhe-

[1]) R. Feinberg, Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenstrom-Umformung mit Hüllkurvenumrichtern, Arch. Elektrotechn. Bd. 27 (1933), S. 539.

zeit» zur genügenden Entionisierung der Entladungsstrecke — das Anodenpotential wieder positiv, so muss das Wiederzünden des Gefässes und damit ein unzeitgemässes Einsetzen des Stromdurchganges durch entsprechende Steuerung des Gitterpotentials

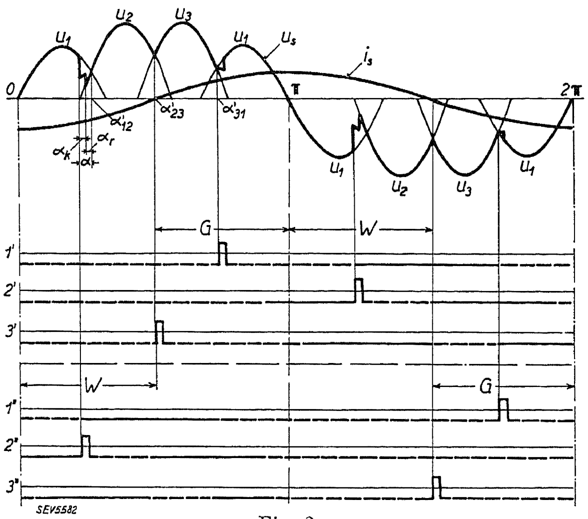


Fig. 2.
Gittersteuerplan bei induktiver Belastung.
G Gleichrichterbetrieb des Mutators.
W Wechselrichterbetrieb des Mutators.

verhindert werden; dieser Fall liegt vor bei der Kommutierung im Betriebe eines Wechselrichters. Beim unmittelbaren Drehstrom-Einphasenstrom-Mutator besteht Gleichrichterbetrieb in den Zeitabschnitten, wo Energie aus dem höherfrequenten in das niederfrequente Netz, also aus dem Drehstrom- in das Einphasen-Netz, fliesst; der Mutator arbeitet dagegen wechselrichtermässig bei Energiefluss in umgekehrter Richtung. Bei dem Fall induktiver Stromlieferung nach Fig. 2 besteht Gleichrichterbetrieb in den Zeitabschnitten $\frac{\pi}{2} \ldots \pi$ und $\frac{3}{2}\pi \ldots 2\pi$ und Wechselrichterbetrieb in den Zeitabschnitten $0 \ldots \frac{\pi}{2}$ und $\pi \ldots \frac{3}{2}\pi$. Bei einer Gleichrichter-Kommutierung, z. B. bei α'_{31} in Fig. 2, wird dann Freigabespannung an das Gitter gelegt, wenn die Treibspannung u_1 der abgelösten Anode 1′ (vgl. Fig. 1a) den Wert der Treibspannung u_3 der abzulösenden Anode 3′ erreicht. Bei einer Wechselrichter-Kommutierung hingegen, z. B. bei α'_{12} in Fig. 2, wird das Gitter schon vor dem Schnitt der beiden Treibspannungen frei; der Winkel α, der dem zeitlichen Abstand zwischen Kommutierungsbeginn und Spannungsschnitt entspricht, setzt sich zusammen aus dem der Kommutierungszeit entsprechenden Winkel α_k und dem der Ruhezeit entsprechenden Winkel α_r.

In der Regel muss der Mutator imstande sein, einen Strom mit wechselnder Phasenlage zu liefern. Dieser Anforderung muss die Gittersteuerung nachkommen können. Der Gittersteuerplan ist infolgedessen dementsprechend zu vervollständigen. Bei dem allgemeinen Fall der Gittersteuerung gemäss Fig. 3 ist der Mutator bereit, Strom jeder Phasenlage in das Einphasennetz abzugeben oder von diesem nach dem Drehstromnetz zurückzuliefern. Die Gefässe werden so gesteuert, dass 1′ ... 3′ (vgl. Fig. 1a) in dem Bereich $0 \ldots \pi$ der Sekundärspannungskurve u_s (siehe Fig. 3) für Gleichrichterbetrieb und 1″ ... 3″ für Wechselrichterbetrieb bereit sind, und dass in der Halbwelle $\pi \ldots 2\pi$ die Gefässe 1′ ... 3′ in Wechselrichter-Bereitschaft und 1″ ... 3″ in Gleichrichter-Bereitschaft stehen [2]).

Die Steuerung der Gitter.

Bei der Durchführung der Steuerung nach dem allgemeinen Steuerplan gemäss Fig. 3 ist zu beachten, dass einander korrespondierende Gefässe, z. B. 2′ und 2″, mit einer dem Kommutierungs-Voreilwinkel α entsprechenden zeitlichen Phasenverschiebung freigegeben werden. Die Voreilung in der Freigabe des wechselrichterbereiten Gefässes hat zur Folge, dass für den Zeitabschnitt α ein Kurzschlussweg geschaffen wird. So fliesst z. B. bei der Kommutierungsstelle α'_{12} ein Kurzschlußstrom vom Transformatorstrang 1 (siehe Fig. 1a) über die Gefässe 1′ und 2″ nach dem Transformatorstrang 2. Dieser innere Kurzschlußstrom wird von der Differenz der beteiligten Strangspannungen, hier u_1 und u_2, gespeist und klingt infolge der Ventilwirkung der Gefässe wieder ab. Da der Kurzschlußstrom aber nur von den geringen Transformator-Reaktanzen begrenzt wird, verursacht er eine beträchtliche zusätzliche Beanspruchung des Transformators sowie der Entladungsgefässe. Diese zusätzliche Beanspruchung wird jedoch verhindert durch eine Ver-

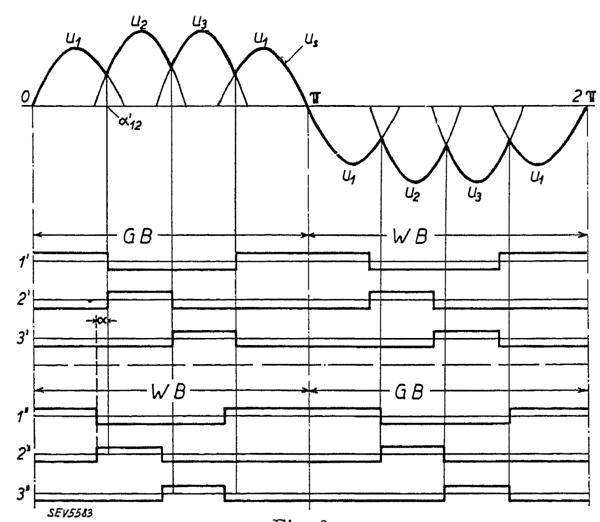


Fig. 3.
Allgemeiner Gittersteuerplan.
G B Gleichrichter-Bereitschaft.
W B Wechselrichter-Bereitschaft.

riegelung der einzelnen Kurzschlusswege. Die Verriegelung ist in einfacher Weise herbeizuführen mit einer derartigen Einwirkung auf die Gittersteuerung, dass beide Gefässgruppen, d. h. die Gruppe 1′ ... 3′ bzw. 1″ ... 3″, einander in der Stromführung ausschliessen: die Gittersteuerung ist so ausgebildet, dass, solange ein Gefäss der einen Gruppe Strom

[2]) Vgl. die in Anmerkung 1 genannte Arbeit.

führt, alle Gefässe der andern Gruppe gesperrt bleiben [3]).

Bei der Mutatoranordnung nach Fig. 1a müssen für die Gefässgruppe 1″ ... 3″ wegen der Verschiedenheit der Kathodenpotentiale einanodige Gefässe verwendet werden. Durch Aufteilung der Transformator-Sekundärseite in zwei Wicklungen ist es, wie aus Fig. 4 hervorgeht, möglich, den Ge-

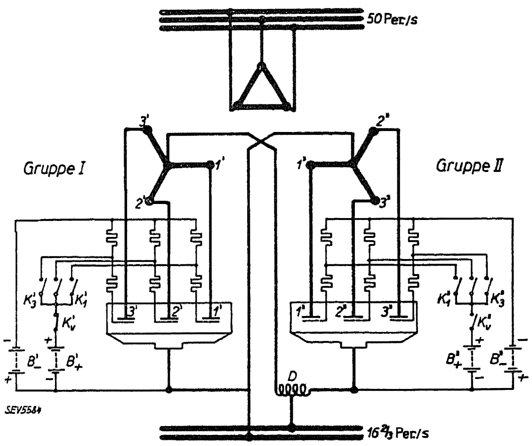


Fig. 4.
Der Mutator in der Kreuzanordnung.
B'_-, B''_- Sperrspannungsbatterien.
B'_+, B''_+ Freigabespannungsbatterien.
K'_v, K''_v Verriegelungseinrichtung.
$K'_1 \dots K'_3$, $K''_1 \dots K''_3$ Steuerkontakte.
D Schutzdrosselspule.

fässen jeder Gruppe gemeinsames Kathodenpotential zu geben. Die in Fig. 4 dargestellte «Kreuzanordnung» des Mutators arbeitet genau so wie die Grundanordnung nach Fig. 1a, nur mit dem Unterschied, dass jetzt jede Halbwelle des Sekundärstromes von einer besonderen Transformator-Sekundärwicklung geliefert wird. Die Bedingungen für die Gittersteuerung sind wegen der Gleichheit der Arbeitsweise beider Mutator-Anordnungen in beiden Fällen unverändert. Das gilt auch für die Anordnung des Mutators, bei der, ausgehend von der Kreuz-Anordnung, durch zusätzliche Verwendung eines einphasigen, in der Mitte angezapften Ausgangstransformators die Kathodenpotentiale beider Gefässgruppen zu vereinigen sind; diese Anordnung ermöglicht somit die Verwendung eines einzigen, mehranodigen Gefässes.

Die Gittersteuer-Einrichtung für den Mutator in der Kreuz-Anordnung ist in Fig. 4 eingetragen. Die Batterien B'_- und B''_- geben den Gittern die Sperrspannung. Die Freigabespannung kommt von den Batterien B'_+ und B''_+ über die Kontakte K'_v und $K'_1 \dots K'_3$ bzw. K''_v und $K''_1 \dots K''_3$. Die Kontakte $K'_1 \dots K'_3$ sowie $K''_1 \dots K''_3$ werden im Rhythmus des Steuerplanes betätigt. Die Kontakte K'_v und K''_v dienen zur gegenseitigen Verriegelung der beiden Gefässgruppen: K''_v ist geöffnet, solange eine Anode der Gruppe I Strom führt, und hält dadurch während dieser Zeit alle Anoden der Gruppe II gesperrt; umgekehrt ist K'_v geöffnet und sperrt da-

[3]) Als Schutzmassnahme zur Erhöhung der Betriebssicherheit angegeben von F. Barz, Berlin (s. Oe. P. Nr. 135 478).

durch die Gefässgruppe I, solange eine Anode der Gruppe II stromführend ist. Die Steuerkontakte K sind symbolisch zu verstehen. Sie werden mechanisch betätigt bei elektromechanischer Steuerung, d. h. einer Steuereinrichtung mit rotierender Kontaktwalze. Eine elektrische Betätigung dieser Kontakte ergibt eine rein elektrische Steuerung; diese ist durchzuführen z. B. mit Hilfe von kleinen Entladungsgefässen.

Die Verriegelungseinrichtung, die in Fig. 4 mit den Kontakten K'_v und K''_v angedeutet ist, ist bei der praktischen Durchführung im allgemeinen wenig wirksam in der Nähe des Stromnulldurchganges sowie bei kleinen Stromwerten. Um die inneren Kurzschlußströme, die während dieser Zeitabschnitte bei den Kommutierungen entstehen, genügend zu begrenzen, ist gemäss Fig. 4 eine Drosselspule D zwischen dem Wicklungs-Sternpunkt der einen Gruppe und der Gefässkathode der andern Gruppe vorgesehen. Die Mitte von D ist mit dem einen Pol des Sekundärnetzes verbunden. Die Drosselspule D wirkt gleichzeitig auch begrenzend auf die Kurzschlußströme, die bei etwaigen Störungen der Gittersteuerung entstehen, und erhöht damit die Betriebssicherheit des Mutators. Einen weiteren Vorteil gibt D durch die Erhöhung der Reaktanz des Einphasennetzes gegenüber dem Mutator; hierdurch wird die Bedingung für die Kommutierung des Stromes zwischen den Transformatorsträngen verbessert. Die Drosselspule D wird durch die beiden Halbwellen des Einphasenstromes gleich-

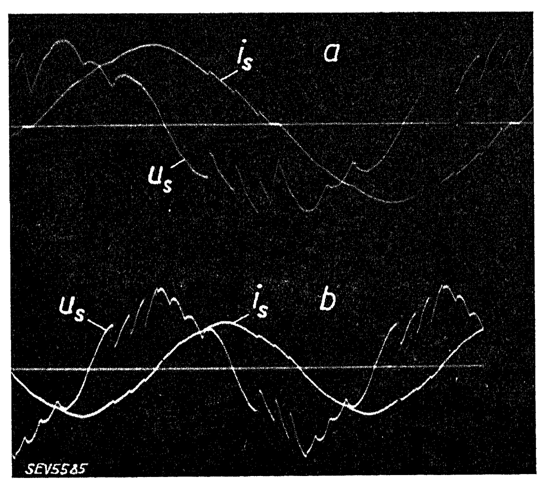


Fig. 5.
Oszillogramm von Sekundär-Spannung u_s und -Strom i_s eines 6phasigen Drehstrom-Einphasenstrom-Mutators.
a) Ohne Schutzdrosselspule.
b) Mit Schutzdrosselspule.

strom-vormagnetisiert und von den innern Kurzschlußströmen stets in der gleichen Richtung durchflossen. Gegenüber den innern Kurzschlußströmen wirkt ihre volle Induktivität und gegenüber den Nutzströmen nur der vierte Teil (bei Annahme einer linearen Magnetisierungscharakteristik).

Die Oszillogramme in Fig. 5 veranschaulichen den Einfluss der Schutzdrosselspule D. Beide Oszil-

logramme sind mit einem sechsphasigen Mutator entsprechend Fig. 4 bei cos $\varphi_S \approx 0$ aufgenommen. Das Oszillogramm Fig. 5a zeigt den Verlauf von Sekundär-Spannung und -Strom ohne Schutzdrosselspule und das Oszillogramm Fig. 5b mit Schutzdrosselspule. Die Verriegelungseinrichtung war in beiden Fällen wirksam. Der Strom zeigt in Fig. 5b einen sauberen Nulldurchgang, während bei Fig. 5a der Einfluss der innern Kurzschlußströme auf den Verlauf von Strom und Spannung zu erkennen ist.

Der Mutator mit gleitendem Frequenzverhältnis.

In Fig. 1b ist die Sekundärspannung des Mutators so zusammengesetzt, dass eine Frequenzuntersetzung im Verhältnis 3 : 1 entsteht. Dementsprechend ist ein Mutator gemäss Fig. 1a nur dort zu verwenden, wo die Frequenz der Bahnspannung in einem starren Verhältnis zur Frequenz der Drehstromspannung gehalten wird. Bei dem heutigen Stande der Bahnstrom-Versorgung hat ein Mutator in der Regel mit einem bereits vorhandenen Bahnkraftwerk zusammen zu arbeiten. Die Frequenz grosser Drehstromnetze ist praktisch konstant, während die Frequenz der Bahnkraftwerke Abweichungen bis zu 6 % vom Mittelwert aufweist. Bei Parallelbetrieb des Mutators mit dem Bahnkraftwerk muss infolgedessen die Frequenz auf der Sekundärseite des Mutators den Frequenzschwankungen des Kraftwerkes folgen können.

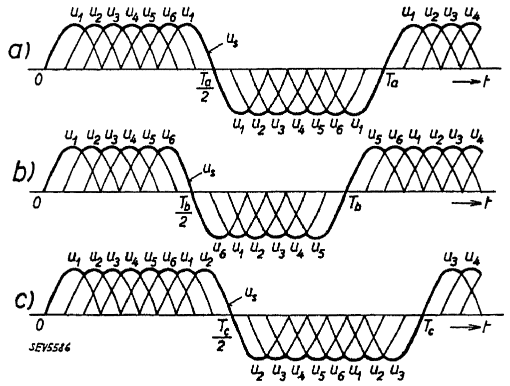


Fig. 6.
Aenderung der Frequenz der Sekundärspannung.
a) Spannung bei der Grundfrequenz.
b) Verkürzung der Periodendauer, $T_b = \frac{8}{9} \cdot T_a$
c) Verlängerung der Periodendauer, $T_c = \frac{10}{9} \cdot T_a$

Die Aenderung der Periodendauer der Sekundärspannung eines Mutators ist in Fig. 6 beispielsweise angedeutet. Vorausgesetzt sei ein sechsphasiger Mutator mit den amplitudengleichen Teilspannungen $u_1 \ldots u_6$. Fig. 6a zeigt die Sekundärspannungskurve bei der Frequenzuntersetzung 3 : 1. Eine Halbwelle setzt sich aus sieben Teilspannungen zusammen. In Fig. 6b ist die Halbwelle auf sechs Teilspannungen verkürzt und in Fig. 6c auf acht Teilspannungen verlängert. Durch die Aenderung der Anzahl der aneinandergefügten Teilspannungen ist in Fig. 6b die Sekundärfrequenz um 12,5 % erhöht gegenüber der Grundfrequenz nach Fig. 6a (positiver Frequenzschlupf) und in Fig. 6c um 10 % vermindert gegenüber der Grundfrequenz (negativer Frequenz-

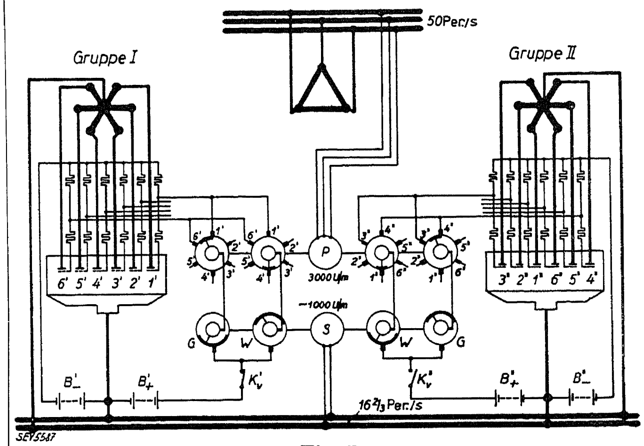


Fig. 7.
Elektromechanische Steuerung beim Drehstrom-Einphasenstrom-Mutator mit gleitendem Frequenzverhältnis.
P Primärsteuerwalze.
S Sekundärsteuerwalze.
G Gleichrichtersteuerung.
W Wechselrichtersteuerung.
K'_v, K''_v Verriegelungseinrichtung.
B'_-, B''_- Sperrspannungsbatterien.
B'_+, B''_+ Freigabespannungsbatterien.

schlupf). Diese Frequenzänderung ist wegen der endlichen Phasenzahl des Mutators nur in Stufen durchzuführen. In den Zwischenbereichen ist die Sekundärspannungskurve aus einem Gemisch von Halbwellen der einen Frequenzstufe und Halbwellen der andern Frequenzstufe zusammengesetzt. Die zahlenmässige Verteilung dieser Halbwellen ist

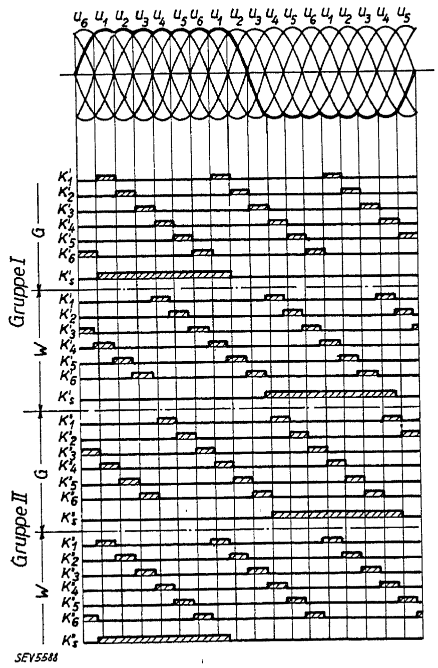


Fig. 8.
Schliessungszeiten der Primär- und Sekundär-Steuerkontakte bei elektromechanischer Steuerung gemäss Fig. 7. Sekundärfrequenz 16⅔/s.
W Wechselrichterbetrieb des Mutators.
G Gleichrichterbetrieb des Mutators.
$K'_1 \ldots K'_6$, $K''_1 \ldots K''_6$, Kontakte der Primärsteuerwalze.
K'_s, K''_s Kontakte der Sekundärsteuerwalze.

durch Grösse und Vorzeichen des Frequenzschlupfes bestimmt.

Die Gittersteuerung kann in einfacher Weise der Bedingung zur Aenderung der Frequenz der Sekun-

därspannungskurve nachkommen. Fig. 7 zeigt schematisch die Gittersteuer-Einrichtung bei Verwendung von Steuerwalzen, während die Arbeitsweise der Gittersteuerung an Hand von Fig. 8 zu erkennen ist. Der Mutator nach Fig. 7 ist sechsphasig und mit amplitudengleichen Teilspannungen. Der Aufbau entspricht der Anordnung nach Fig. 4. Zur besseren Uebersicht ist die Schutzdrosselspule D nicht eingezeichnet. Die Gittersteuer-Einrichtung ist eine Erweiterung der Steuereinrichtung nach Fig. 4. Sie enthält zwei Steuerwalzen P und S, deren Kontakte in Reihe geschaltet sind. Die Walze P läuft mit 3000 U/m synchron mit der Frequenz des Drehstromnetzes und die Walze S mit im Mittel 1000 U/m synchron mit der Frequenz des Einphasennetzes [4]). Die Kontakte K_s der Walze P werden mit der Sekundärfrequenz betätigt, sie geben an, in welcher Weise die Sekundärspannung zusammenzusetzen ist. Die Kontakte K_p der Walze P werden mit der Primärfrequenz betätigt, sie bestimmen, welche Teilspannung und damit welche Anode in einem bestimmten Augenblick zur Stromführung herangezogen wird. Die Steuereinrichtung arbeitet so, dass in der einen Sekundärspannungs-Halbwelle die eine Gefässgruppe gleichrichterbereit und die andere wechselrichterbereit ist und dass in der folgenden Spannungshalbwelle die Bereitschaft entsprechend getauscht wird. Mit der beschriebenen Steuereinrichtung beherrscht der Mutator praktisch den ganzen Phasenbereich des Sekundärstromes. In der Praxis ist eine elektrisch wirkende Steuereinrichtung vorzuziehen; die elektrische Steuerung wirkt analog der Steuerung mit Kontaktwalzen.

[4]) Der eine Steuerkontakt gemäss Fig. 4 kombiniert die beiden in Reihe liegenden Kontakte gemäss Fig. 7.

Zwei Vorschläge zur Regelung des Leistungsaustausches zwischen grossen Netzen.

Von *Erich Friedländer*, Berlin-Siemensstadt, und *Wilhelm Wiskott*, Breslau. 621.311.161

Die Arbeit behandelt Mittel zur Verminderung der meist erheblichen Schwankungen der Austauschleistung zwischen gekuppelten grossen Netzen. Die Beziehungen zwischen erzeugter, verbrauchter und gespeicherter Leistung der Netze werden benutzt, um einerseits die Aussichten auf Verwirklichung einer Netzkupplung mit veränderlicher Kupplungsinduktivität abzuschätzen und anderseits ein neues Steuerverfahren zur Beeinflussung der Kraftwerke herzuleiten.

Als Kupplungsdrosselspule eignet sich auf Grund der natürlichen Kennlinie die mit Gleichstrom vormagnetisierte Drosselspule besonders. Die Ausnutzung der hier vorhandenen Möglichkeiten stellt jedoch so hohe Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit der Kraftmaschinen, dass man nur mit höchstentwickelten Dampfkraftmaschinensteuerungen daran denken kann, den Bedingungen der Anordnung zu genügen. Diese werden unter Berücksichtigung der Stabilitätsbedingungen abgeleitet, die bei Ueberschreitung des Regelbereichs noch zu erfüllen sind.

Das Steuerverfahren, das auch ohne Zusammenhang mit der Kupplungsdrosselspule (d. h. bei starrer Netzkupplung) angewendet werden kann, beruht auf der Notwendigkeit, den wahren Leistungsbedarf des ganzen Netzes unter Berücksichtigung der augenblicklichen Beanspruchung aller Schwungenergien aus der zeitlichen Aenderung der Frequenz zu ermitteln und hiernach den Steuereinfluss zu bemessen.

Cette étude traite des moyens de diminuer les variations souvent importantes de la puissance échangée entre grands réseaux interconnectés. Les relations entre la puissance produite, la puissance consommée et la puissance accumulée dans les réseaux sont utilisées d'une part pour estimer les chances de réalisation d'un couplage entre réseaux à l'aide d'inductivités variables et, d'autre part, pour développer un nouveau procédé de commande des usines.

La réactance à prémagnétisation par courant continu se prête particulièrement bien au couplage, sur la base de sa caractéristique naturelle. Cependant, l'exploitation des possibilités offertes par ce procédé pose de si fortes exigences à la vitesse de régulation des moteurs primaires que l'on ne peut songer à remplir ces exigences qu'avec des machines à vapeur à commande ultra-perfectionnée. Ces exigences sont déduites en tenant compte des conditions de stabilité qui doivent encore être remplies lorsque l'étendue de réglage est dépassée.

Le procédé de commande, qui peut aussi être appliqué sans réactance de couplage (c'est-à-dire dans des réseaux à couplage rigide), repose sur la nécessité de déterminer la demande véritable d'énergie de tout le réseau en tenant compte de la sollicitation momentanée de toute l'énergie des masses tournantes par suite des variations de la fréquence, pour pouvoir y conformer la commande des usines.

Die synchrone Kupplung ganzer Netze untereinander mit festgelegtem Leistungsaustausch ist eine Aufgabe, deren bisherige Lösungen oft Enttäuschungen bezüglich der erreichbaren Innehaltung einer bestimmten Leistungsübergabe gebracht haben. Wie bei jedem Regelproblem, bei dem die geregelte Grösse zunächst dauernde Schwankungen zeigt, hat man sich bemüht, diese Aufgabe in der Erkenntnis des Einflusses von Massenträgheiten und Messgliedverzögerungen, mit den auch bei anderen Regelaufgaben erprobten Hilfsmitteln zu bewältigen. Man beschränkte die *Regelgeschwindigkeit*, ordnete *Rückführungen* verschiedener Art an, führte eine *vermehrte Statik* ein mit nachfolgender, stark verzögerter Feinregulierung (doppelte Rückführung) usw. Das Ergebnis aller dieser Versuche ging, wie fast jeder Registrierstreifen der Leistungsübergabe zwischen grösseren Netzen beweist, nicht über Erfolge hinaus, mit denen man sich bei den meisten anderen Regelaufgaben nicht zufrieden geben würde. Der Versuch liegt nahe, sich den Grund für diese Schwierigkeiten noch einmal klar zu machen, um dadurch doch vielleicht brauchbaren Lösungen näher zu kommen.

1. Leistung und Energieinhalt selbständiger Netze.

Die kinetische Energie aller in einem grossen Netz umlaufenden Schwungmassen stellt einen Vorrat an verfügbarer Arbeit dar, von dem vielfach

mehr Gebrauch gemacht wird als es äusserlich in Erscheinung tritt.

Man liest aus dem Zusammenhang zwischen der installierten Maschinenleistung P_m und der Normalanlaufzeit T_A des totalen Netzes mit der Normal-Betriebsfrequenz f_n die mit einer Frequenzänderung verbundene Leistungsentnahme aus den Schwungmassen ab zu

$$p = P_m \cdot \frac{T_A}{f_n} \cdot \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \tag{1}$$

Setzt man hierin für $f_n = 50/\mathrm{s}$ und $T_A = 25$ s (dieser Wert schwankt für die verschiedenen Betriebe je nach Art der Generatoren und ihres Antriebs, nach der Belastung durch Motoren, Arbeitsmaschinen, Lichtbelastung usw. schätzungsweise etwa in den Grenzen 15 bis 40 s), so findet man auch angenähert

$$\frac{p}{P_m} \approx \frac{1}{2} \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \tag{2}$$

Wenn also in einem Netz mit einer installierten Maschinenleistung von z. B. 500 000 kW die Frequenz innerhalb von einer Sekunde um 0,1 Periode, d. h. um 0,2 % ihres Nennwertes sich ändert, so hat das Netz innerhalb dieser Sekunde einen Leistungsbetrag von 5 % seiner gesamten installierten Leistung, nämlich 25 000 kW aus seiner kinetischen Energie geliefert.

Dass diese *vorübergehenden Leistungsabgaben* meist *unbekannt* bleiben, erklärt sich daraus, dass sie nicht annähernd aus irgendwelchen Leistungsregistrierstreifen gefunden werden könnten, da die Energie ja vielfach beim Abnehmer selbst gespeichert ist und nur etwa zur Hälfte aus den Schwungenergien der Generatoren und Turbinen gedeckt wird. Nur dieser Teil ist aber der Messung zugänglich.

Bei kurzzeitigen Fehlbeträgen zwischen erzeugter und verbrauchter Leistung, wie sie in grossen Netzen mit ständig fluktuierendem Verbrauch, aber nur träge veränderlicher Erzeugung selbstverständlich vorkommen, bedeutet daher die *mechanische Energiereserve* eine erhebliche *Schonung der Regelbeanspruchungen* insbesondere des frequenzfahrenden Kraftwerks. Hätte man die oben vorausgesetzte Frequenzänderung durch schnellen Regeleingriff auch nur etwa auf die Hälfte vermindern wollen, so müsste eine Leistung von etwa 15 000 kW binnen kürzester Zeit zur Verfügung stehen, um im nächsten Augenblick wieder zu verschwinden.

2. Schwungleistungsaustausch zwischen gekuppelten Netzen.

a) Starre Kupplung.

Nimmt man nun an, dass 2 selbständige Netze dieser Art starr miteinander über eine Verbindungsleitung gekoppelt sind, von denen jedes aus seiner Energiereserve bei selbständigem Betrieb nach Bedarf schöpfen könnte, so wird offenbar durch die Tatsache der *starren* Kupplung, also der gemeinsamen Frequenz, die *Schwungenergie* des gesamten Netzes *nur noch gemeinsam* verfügbar. Es kann hierbei z. B. einmal vorkommen, dass das eine Netz in einem Augenblick gerade so viel Leistung aus seinen Schwungmassen entziehen will, wie das andere Netz an Leistung eben übrig hat und sonst zur Steigerung seiner Frequenz verbraucht hätte. Der Erfolg wäre in diesem Grenzfall, dass die Bedürfnisse beider Netze sich die Waage halten, so dass die gemeinsame Frequenz jetzt konstant bleibt. Die freigewordene Leistung des einen Netzes wird aber hierbei in voller Höhe zur Bedarfsdeckung des anderen verwendet, sie muss also über die Kuppelleitung übertragen werden. In einem anderen Augenblick, in dem gerade Leistungsüberschuss oder Leistungsmangel in beiden Netzen gleichzeitig auftritt, wird die zusätzlich ausgetauschte Leistung Null sein, dafür ändern beide Netze gemeinsam ihre Frequenz.

Diese Zusammenhänge werden durch die Leistungs-Gleichungen beider Netze beschrieben. In Fig. 1 ist hierzu das Schema zweier starr gekuppelter Netze gezeigt. In jedem Netz setzt sich im Beharrungszustand die erzeugte Leistung aus derjenigen aller Generatoren P_{g1} (bzw. P_{g2}) und der ausgetauschten Soll-Leistung + (bzw. —) P_{21} zu-

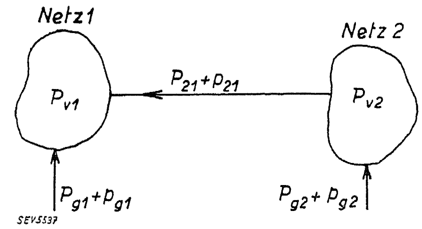


Fig. 1.

sammen. Diese erzeugte Gesamtleistung muss mit der verbrauchten Leistung P_{v1} (bzw. P_{v2}) übereinstimmen. Es wird nun angenommen, dass den verbrauchten Leistungen P_{v1} und P_{v2} der beiderseitigen Netze in einem gegebenen Augenblick ausser den *Sollwerten* von Erzeugung und Fremdbezug (bzw. -abgabe) noch gewisse *Fehlbeträge* der gelieferten Leistung gegenüberstehen (in Fig. 1 durch kleine Buchstaben gekennzeichnet), die in die gemeinsame *Schwungmasse* geliefert (bzw. aus ihr bezogen) werden müssen. p_{g1} bzw. p_{g2} sind dann z. B. diejenigen Differenzleistungen der Erzeugung, die zum Verschwinden gebracht werden müssen, um gleichzeitig die ausgetauschte Fehlerleistung p_{21} zu Null machen. Mit dieser Definition gilt

$$\left.\begin{aligned} \underbrace{P_{g1}+p_{g1}}_{\text{Erzeugung}} + \underbrace{P_{21}+p_{21}}_{\text{Austausch}} - \underbrace{P_{v1}}_{\text{Verbrauch}} \\ = \underbrace{P_{m1} \cdot \frac{T_{A1}}{f_n} \cdot \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t}}_{\text{Schwungleistung}} \\ P_{g2} + p_{g2} - P_{21} - p_{21} - P_{v2} = P_{m2} \frac{T_{A2}}{f_n} \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

bzw. wegen

$$\left.\begin{aligned} P_{g1} + P_{21} &= P_{v1} \\ P_{g2} - P_{21} &= P_{v2} \end{aligned}\right\} \text{(Beharrungsgleichung)} \qquad (4)$$

$$\left.\begin{aligned} p_{g1} + p_{21} &= K_1 \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \\ p_{g2} - p_{21} &= K_2 \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

$$\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} = \frac{p_{g1} + p_{g2}}{K_1 + K_2} \qquad (6)$$

$$p_{21} = \frac{p_{g1} - p_{g2}}{2} + \frac{K_1 - K_2}{2} \cdot \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} \qquad (7)$$

oder auch

$$p_{21} = p_{g2} \frac{K_1}{K_1 + K_2} - p_{g1} \frac{K_2}{K_1 + K_2} \qquad (8)$$

In dem Grenzfall $K_1 = K_2$ (Kuppelstelle zwischen zwei etwa gleich grossen Netzen) ergibt sich daher die Frequenzänderung proportional der Summe, die ausgetauschte Leistung gleich der halben Differenz der beiderseitigen Fehlbeträge der erzeugten Leistung.

b) Elastische Kupplung.

Verzichtet man auf die Annahme starrer Kupplung, so ist zwischen beiden Netzen eine *relative Winkelbewegung*, also auch ein *vorübergehender Frequenzunterschied möglich*. Es sollen für diesen Fall entsprechend Gl. (5) nur noch die Fehlerleistungen an Hand der Fig. 2 betrachtet werden, in-

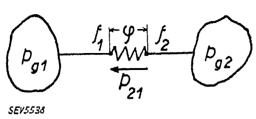


Fig. 2.

dem als Kuppelglied zunächst eine gewöhnliche (lineare) Drosselspule vorausgesetzt wird. Die beiden Netze besitzen dann je eine Frequenz f_1 und f_2, die aber im allgemeinen Fall nicht selbständig sind, sondern durch die Beziehung

$$f_1 - f_2 = \frac{-1}{2\pi} \frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t} \qquad (9)$$

verknüpft sind, wenn unter φ der Winkel der Spannungen beiderseits des Kuppelgliedes verstanden wird. Im übrigen gilt ähnlich (5)

$$\left.\begin{aligned} p_{g1} + p_{21} &= K_1 \cdot \frac{\mathrm{d}f_1}{\mathrm{d}t} \\ p_{g2} - p_{21} &= K_2 \cdot \frac{\mathrm{d}f_2}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Bei der einfachen elastischen Kupplung durch eine Drosselspule ist φ der übertragenen Leistung proportional. Ist P_D die Blindleistung, die die Drosselspule bei voller Betriebsspannung aufnehmen würde, so folgt

$$\varphi = \frac{\omega L \cdot I}{U} = \frac{P_{21} + p_{21}}{P_D} \qquad (11)$$

und also

$$\frac{\mathrm{d}f_1}{\mathrm{d}t} - \frac{\mathrm{d}f_2}{\mathrm{d}t} = \frac{-1}{2\pi P_D} \cdot \frac{\mathrm{d}^2 p_{21}}{\mathrm{d}t^2} \qquad (12)$$

In (10) eingesetzt, erhält man hieraus den Verlauf von p_{12} bei gegebenem p_1 und p_2 durch

$$\frac{\mathrm{d}^2 p_{21}}{\mathrm{d}t^2} + 2\pi P_D \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}\right) p_{21} = 2\pi P_D \left(\frac{p_{g2}}{K_2} - \frac{p_{g1}}{K_1}\right) \qquad (13)$$

Diese Gleichung spiegelt die bekannte Folge [1]) der elastischen Kupplung wieder, dass über jeden Regelvorgang eine sehr langsame *Ausgleichsschwingung* von der Eigenfrequenz

$$\nu = \frac{\sqrt{P_D\left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}\right)}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{P_D}{P_I} \cdot \frac{f_p}{T_{a1}} + \frac{P_D}{P_I} \cdot \frac{f_p}{T_{a2}}}}{2\pi} \approx \frac{\sqrt{\frac{P_D}{P_I} + \frac{P_D}{P_{II}}}}{\pi} \qquad (14)$$

gelagert ist (Grössenordnung der Schwingungsdauer 5 bis 10 s).

Für den *Beharrungszustand* $\left(\frac{\mathrm{d}^2 p_{21}}{\mathrm{d}t^2} = 0\right)$ folgt die gleiche Beziehung (8) zwischen Fehlerzeugung und Austauschleistung wie bei starrer Kupplung.

c) Gleitende Kupplung.

Die dritte Art der Kupplung verdient besonderes Interesse, bei der — wenigstens für eine beschränkte Zeit — der Leistungsübergang erzwungen konstant bleibt, dafür aber die Frequenzen f_1 und f_2 von einander unabhängig bleiben. Diese Kupplungsart umschliesst die eigentlich erstrebenswerte, *asynchrone Netzverbindung mit erzwungenem Leistungsaustausch*, die nur in den naheliegenden, heutigen Ausführungsmöglichkeiten (Motorgenerator, Gleichrichter-Wechselrichter) meist zu teuer wird. Hierbei wird $p_{12} = 0$, und man findet mit (9) und (10) eine Bedingung für den Verlauf des Phasenwinkels φ zwischen den beiden Netzen in Abhängigkeit von den beiderseitigen Fehlern der Leistungserzeugung

$$\left(\frac{p_{g1}}{K_1} - \frac{p_{g2}}{K_2}\right) = \frac{1}{2\pi} \frac{\mathrm{d}^2\varphi}{\mathrm{d}t^2} \qquad (15)$$

oder mit

$$K_1 \approx \frac{P_{m1}}{2} \qquad K_2 \approx \frac{P_{m2}}{2}$$

[1]) R. Rüdenberg, Wiss. Ver. a. d. Siemens Konz. Bd. XI, 1, S. 69.

$$\frac{p_{g1}}{P_{m1}} - \frac{p_{g2}}{P_{m2}} = \frac{1}{4\pi} \frac{d^2 \varphi}{d t^2} \qquad (16)$$

Diese Gleichung sagt, dass der Winkel zwischen den Spannungen der beiden Netze in Abhängigkeit von der *Beschleunigung* durch die Differenz der anteiligen Leistungsfehler einem «*Fallgesetz*» unterworfen ist. Es ist hierbei wesentlich, die Zeiten zu wissen, die für einen bestimmten, vielleicht zulässigen Winkelweg erforderlich sind. Es sei der Fall angenommen, dass $\frac{p_1}{P_{m1}} = -\frac{p_2}{P_{m2}} = \frac{1}{20}$ sei, d. h. in
einem gegebenen Augenblick soll jedes Kraftwerk eine Fehlerleistung von 5 % der gesamten installierten Maschinenleistung abgeben. Man fragt nach der Zeit, die ein Winkelweg von z. B. $6^\circ = \frac{\pi}{30}$ erfordert. Wegen

$\varphi = 2\pi \left(\frac{p_{g1}}{P_{m1}} - \frac{p_{g2}}{P_{m2}}\right) \cdot \tau^2$ findet man diese Zeit zu

$$\tau = \sqrt{\frac{10}{60}} = 0{,}41\,\text{s}.$$

Die Grössenordnung dieser Zeit von ½ s zeigt nun, dass es nicht ganz ausserhalb des Bereiches aller heutigen technischen Möglichkeiten liegt, in den meisten Fällen innerhalb der «Fallzeit» *die Beschleunigungen* durch p_{g1} und p_{g2} rechtzeitig *auf regeltechnischem Wege zum Verschwinden zu bringen*, um so eine billigere sychrone Kupplung zweier Netze mit den übrigen vorteilhaften Eigenschaften der asynchronen Kupplung zu erreichen. Hierzu gehört einmal die Schaffung eines *Kuppelgliedes*, das einen wenigstens begrenzten Winkelweg zwischen beiden Netzen ermöglicht, ohne dass sich dabei wie bei der normalen «elastischen» Kupplung sofort die Uebertragungsleistung ändert und ferner ein *Regelverfahren*, welches den steuernden Kraftwerken unverzüglich Aufschluss über p_{g1} und p_{g2} anstatt wie bisher über p_{21} gibt, um den richtigen Regeleingriff zu ermöglichen.

3. Die Kuppeldrosselspule.

a) Grundschema und Kennlinien.

Es leuchtet zunächst ein, dass die Aufgabe, bei verschiedenen Werten von φ (dem Winkel zwischen den zu verbindenden Netzspannungen) gleichbleibende Leistung zu übertragen, grundsätzlich mit einer *Drosselspule* gelöst werden kann, *deren Induktivität* dem augenblicklichen Bedürfnis nach Differenzspannung bei gleichbleibendem Laststrom entsprechend *ständig verändert* werden kann. Diese Aenderung muss aber so schnell vor sich gehen, dass auch stossweise Leistungsänderungen im Netz sofort durch ebensolche Induktivitätsänderungen beantwortet werden. Zur Lösung dieser Aufgabe bietet nun das Verhalten der mit gleichbleibendem *Gleichstrom vormagnetisierten eisengeschlossenen Drosselspule* einen möglichen Weg. Fig. 3 zeigt das bekannte einphasige Schema, Fig. 4 die Spannung an den Klemmen der Drosselspule in Abhängigkeit vom Drosselspulenstrom für verschiedene Werte der Gleichstromvor-

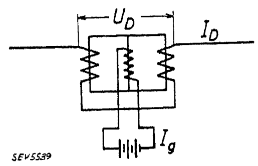


Fig. 3.

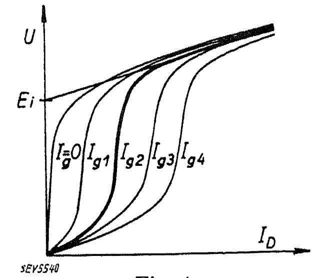
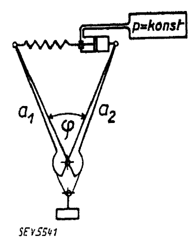


Fig. 4.

magnetisierung. Man erkennt (z. B. die stark ausgezogene Kennlinie), dass in einem weiten Bereich die Spannung U bei nur wenig veränderlichem Strom I_D schwanken kann; dies ist der hier wesentliche *Regelbereich* der Drosselspule. Daran anschliessend findet man starke Stromänderungen bei kleiner Spannungsschwankung möglich. Das Verhalten einer solchen Drosselspule entspricht daher — wenn man vereinfacht im steilen Bereich der Kennlinie die Stromänderung, im Sättigungsbereich die Spannungsänderung vernachlässigt — einer *Gleitverbindung* zwischen zwei Netzen, die beim Erreichen bestimmter «Anschlagpunkte» in eine ziemlich *starre Verbindung übergeht.* Fig. 5 erläutert dieses Ersatzbild an Hand des bekannten Modells einer Kraftübertragung nach Griscom [2]). Die Arme a_1 und a_2 des Modells, die entsprechend

Fig. 5.



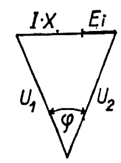


Fig. 6.

der übertragenen Leistung P_{21} einen Winkel φ wie die Polradspannungen zweier gekuppelter Maschinen (Netze) einschliessen, sind hier über einen durch einen Luftzylinder mit Kolben dargestellten Kupplungsmechanismus verbunden, der in einem Bereich freier Beweglichkeit nur eine bestimmte (dem Druck p in einer grösseren Luftkammer entsprechende) Kraft übertragen kann. Erreicht der Kolben in dem Zylinder die eine oder andere Endlage, so wird die Kupplung an dieser Stelle starr.

b) Stabilitäts- und Grenzleistung der mit Gleichstrom vormagnetisierten Netzkupplungsdrosselspule.

Man wird bei einer solchen Art der Netzverbindung zunächst danach fragen müssen, wie der ungewöhnliche Charakter des Kuppelgliedes die *übertragbare Leistung* beeinflusst. Dass die Drosselspule

[2]) S. B. Griscom, Electr. J. 1926, S. 230.

im eigentlichen Regelbereich nicht allein stabil ist, sondern nur durch ständigen Regeleingriff ein stationärer Betrieb möglich ist, wurde bereits erwähnt. Die oben errechnete Fallzeit von etwa ½ s beschränkt dabei die Ausführbarkeit eines solchen Regelverfahrens auf Steuerung der Uebergabeleistung durch *Dampfkraftwerke* mit Reglern, die besonders *kurze Schliesszeiten* der Ventile besitzen. *Wasserkraftmaschinen* sind für die Ausregelung schneller Lastpulsationen grundsätzlich *ungeeignet*.

Man wird angesichts der knappen Regelzeit das Verhalten der Kuppeldrosselspule aber nur dann als zulässig im Sinne der zu verlangenden Betriebssicherheit des ganzen Systems ansehen dürfen, wenn auch bei zu spätem Eingriff des Reglers oder bei ungenügender Leistungsreserve der gesteuerten Maschine das System stabil bleibt. Wohl darf die Grenze der gewünschten Regelleistung mitunter überschritten werden, die Netze dürfen aber dabei nicht auseinanderfallen. Man bestimmt demgemäss die *Grenzleistung* einer solchen Uebertragungsanordnung *in dem Bereich*, in dem die vormagnetisierte Drosselspule bei anwachsender Klemmenspannung in den *Sättigungsast* der Regelcharakteristik übergeht, bzw. bei dem das Ersatzschema Fig. 5 als am Bewegungsanschlag liegend anzusehen ist. Im Griscomschen Modell tritt jetzt an Stelle der reinen Federverbindung eine durch einen starren Stab (oder einen Faden) verlängerte Feder. Dabei soll die Feder alle Induktivitäten im Stromkreis zwischen den als starr anzusehenden Spannungszentren beider Netze einschliesslich der Sättigungsinduktivität der Kuppeldrosselspule selbst darstellen. Das starre Glied bildet die scheinbare in der Drosselspulenkennlinie begründete feste Spannungsquelle mit der EMK E_i nach. Diese EMK findet man aus der Drosselspulencharakteristik durch Verlängern des Sättigungsastes bis zur Ordinatenachse, wie in Fig. 4 gezeigt ist. Denn offenbar kann man sich den gesättigten Teil der Kennlinie auch ersetzt denken durch die Charakteristik einer Maschine mit der EMK E_i und einem inneren Blindwiderstand, der dem Anstieg der Kennlinie im Sättigungsbereich entspricht.

Das Spannungsvektorbild der Anordnung in diesem Arbeitsbereich der Drosselspule ist in Fig. 6 dargestellt. Man findet für den vereinfachten Fall, dass die Spannungen beider Netze übereinstimmend gleich U sind, aus den Beziehungen

$$P = U \cdot I \cos \frac{\varphi}{2} \qquad (17)$$

$$U \cdot \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{1}{2} (E_i + I \cdot X) \qquad (18)$$

die der Fig. 6 zu entnehmen sind, unter Einführung der Abkürzungen

$$\sin \frac{\varphi}{2} = y \qquad (19)$$

$$\frac{1}{8} \frac{E_i}{U} = z \qquad (20)$$

für den Grenzwinkel φ_{max} die Bedingung

$$y = z + \sqrt{z^2 + \frac{1}{2}} \qquad (21)$$

und für die Grenzleistung

$$P_{max} = \frac{U^2}{X} \cdot \frac{2}{y} (1 - y^2)^{3/2} = \frac{U^2}{X} \cdot \lambda \qquad (22)$$

$\lambda = \frac{2}{y} (1 - y^2)^{3/2}$ kennzeichnet demnach die Verminderung der Grenzleistung durch E_i. Hieraus lässt sich sofort der Zusammenhang zwischen λ, φ_{max} und $\frac{E_i}{U}$ ablesen, der in Fig. 7 aufgetragen ist. Man sieht, dass der kritische Kippwinkel bei dieser Anordnung 90° übersteigt, dass trotzdem aber die übertragbare Leistung mit wachsendem E_i sinkt. Man wird demnach keinesfalls höhere Werte als $\frac{E}{U} = 0{,}2$ zulassen dürfen, wenn man nicht erhebliche Beschränkungen der Grenzleistung in Kauf nehmen will. Damit wird wiederum der für den Regler im ungesättigten Gebiet freibleibende Fallweg auf ± 6° eingeengt. Daher wurde der Berechnung der ungefähren Fallzeit bereits dieser Winkelweg zugrunde gelegt.

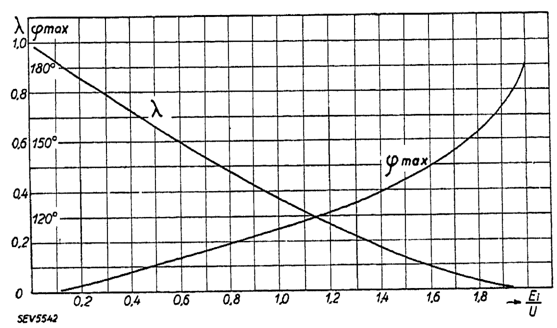


Fig. 7.

c) Schaltung einer Drehstrom-Kuppeldrosselspule.

Die technische Ausführung einer mit Gleichstrom vormagnetisierten Drehstrom-Drosselspule unterscheidet sich von der Einphasenanordnung ausschliesslich durch die Ausnutzung der bei Drehstrom gegebenen Möglichkeiten, durch Zusammenfassung der Eisenkerne Rückschlusseisen zu sparen. Ferner muss man durch richtige Wicklungsverteilung für möglichst gleichmässige Beanspruchung der Joche sorgen. Die so entstehende einfache Steuerdrosselspule ist in dem Uebersichtsschaltbild Fig. 8 als KD bezeichnet.

Da vielfach die mit der Verwendung gesättigten Eisens entstehenden Oberwellen bei grossen Leistungen störend sind, so darf an dieser Stelle kurz darauf hingewiesen werden, dass der Oberwellenausgleich auch für solche Steuerdrosselspulen technisch keine Schwierigkeiten bereitet: man schaltet zwei Drosselspulen ähnlicher Bauart zusammen

und sorgt z. B. durch Zickzackschaltung der Wechselstromwicklungen für eine Flussversetzung von je 30° in beiden Drosselspulen. Dadurch verschwinden alle Oberwellen bis zur 9. einschliesslich.

4. Der Steuerbefehlgeber.

Die Aufgabe, eine geeignete Anordnung zu finden, die möglichst schnell den *wahren Leistungsbedarf* im Netz ermittelt und *danach* die Befehle auf einen geeigneten Maschinenregler geben kann, lässt sich grundsätzlich in Anlehnung an Gl. (5) und Gl. (10) anfassen. An der Kuppelstelle kann die Austauschleistung P_{21} und die Frequenz f bzw. f_1 und f_2 leicht gemessen werden. Was man sucht, ist der wahre Leistungsfehler in einem der beiden oder in den Netzen beiderseits der Kuppelstelle, d. h. p_{g1} und p_{g2}. Dieser ergibt sich aus Gl. (10) z. B. zu

$$\begin{aligned} p_{g1} &= -p_{21} + K_1 \cdot \frac{\mathrm{d}f_1}{\mathrm{d}t} \\ p_{g2} &= +p_{21} + K_2 \cdot \frac{\mathrm{d}f_2}{\mathrm{d}t} \end{aligned} \qquad (23)$$

Damit ist die Vorschrift für die Ausgestaltung des Steuermechanismus bereits angegeben: Man muss ein Steuerrelais verwenden, dessen Bewegung einerseits (wie bisher gebräuchlich) von der Abweichung der Durchgangsleistung P_{21} vom Sollwert beeinflusst wird. Dazu kommt aber noch ein Korrekturglied, das eine der Frequenzänderungsgeschwindigkeit proportionale Zusatzkraft ausübt.

Das Leistungsglied kann man durch ein Wattmetersystem einführen. Ein viel empfindlicheres Mass wird unter Einführung der vormagnetisierten Kupplungsdrosselspule deren Klemmenspannung. Das Frequenzänderungselement lässt sich auf mannigfache Weise herstellen. Man geht, um Unabhängigkeit von der Netzspannung zu gewährleisten, zweckmässig über irgendwelche Konstanthalteschaltungen auf eine frequenzempfindliche Anordnung wie z. B. Resonanz- oder Kettenglieder und differenziert die so erhaltenen frequenzproportionalen Messgrössen nach Gleichrichtung, z. B. durch Ausnutzung eines Kondensatorladestromes als Steuermessgrösse.

5. Beispiel einer Gesamtanordnung.

Um eine Vorstellung von dem Gesamtbedarf für die Durchführung eines solchen Regelverfahrens für die Beherrschung der Austauschleistung zwischen grossen Netzen zu vermitteln, ist in Fig. 8 das Grundschema eines Schaltbildes für eine Netzkupplung gezeigt, bei der die Beeinflussung der Leistungserzeugung gleichzeitig nach 2 Seiten erfolgt.

Die 6schenklige Kuppeldrosselspule trägt ausser den 6 Netzwicklungen noch eine durchgehende Erregerwicklung, die über alle 6 Schenkel in Reihe geschaltet ist und von einem Gleichrichter aus dem Netz selbst mit Gleichstrom gespeist wird. Dieser Gleichstrom bestimmt zugleich die Höhe der übertragenen Leistung. Sieht man hier einen gesteuerten Gleichrichter vor, so lässt sich auch die Wahl der Austauschleistung mit besonders bequem verstellbaren Steuervorrichtungen nach Wunsch regeln. Die Steuerung der Gesamterzeugung erfolgt durch je ein Relais R_1 und R_2, dessen oberes Messglied von der Spannung der Kuppeldrosselspule beeinflusst wird, während dem untern

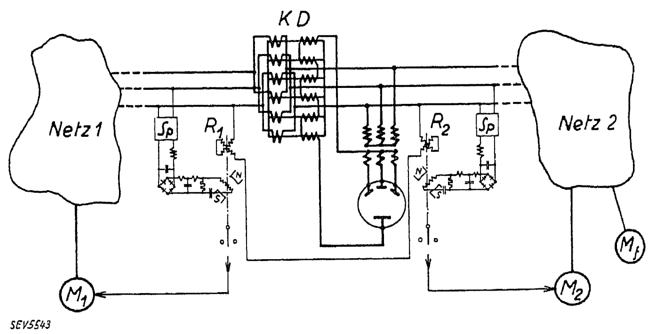


Fig. 8.

der der Frequenzänderung proportionale Ladestrom eines Kondensators zugeführt wird. Die Spannung dieses Kondensators wird frequenzproportional gehalten unter Zwischenschaltung eines Gleichhalters S_p, der örtliche Spannungsschwankungen fernhält und eines im anlaufenden Ast arbeitenden Resonanzkreises, dessen Kondensatorspannung z. B. gleichgerichtet und dann geglättet wird. Eine Verstellung dieses Steuerkreises ist bei verändertem Sollwert der Austauschleistung (verändertem Drosselspulengleichstrom) nicht erforderlich.

Die Steuerung der Uebergabeleistung von nur einer Seite aus genügt auch, sofern von der andern Seite her die Frequenzregelung erfolgt oder auf genauere Frequenzhaltung verzichtet wird, als die Statik der Kraftmaschinenregler von selbst hergibt. Dagegen ist gleichzeitige Steuerung der Uebergabeleistung von 2 Seiten her — wie in Fig. 8 ausgeführt — noch neben einer zusätzlichen Frequenzführung zulässig. Denn die beiden Maschinen M_1 und M_2 schieben sich nur gegenseitig Leistung zu je nach Bedarf an der Uebergabestelle, lassen aber die Frequenz noch frei. Die Doppelregelung hat den Vorteil, dass die gesamten Regelanforderungen auf 3 Maschinen verteilt werden, von denen M_1 den Leistungsbedarf von Netz 1, M_2 denjenigen von Netz 2 und M_f die Gesamtenergie der Schwungmassen aller Netzteile überwacht (Frequenz). Dadurch ist die frequenzfahrende Maschine von denjenigen Laststössen befreit, die gegenseitig in beiden Netzen auftreten.

6. Voraussetzungen für die Anwendung.

So aussichtsreich diese Vorzüge des Steuerprinzips scheinen, so bleibt für den Erfolg der Drosselspulenkupplung doch noch eine Unsicherheit bezüglich des erforderlichen Regulierspiels, der Fall-

zeit und Regelgeschwindigkeit, die in den durchgerechneten Zahlenbeispielen u. a. auch dadurch zum Ausdruck kommt, dass bei den vorausgesetzten Werten von relativer Leistungsschwankung und Regulierzeit nur eben die äussersten Grenzen des Zulässigen erreicht werden. Da die wesentlichste Einflussgrösse, deren Beherrschung die vorliegende Aufgabe gilt, die natürliche, *regellose Lastschwankung* ist, diese aber im Verhältnis zur betriebenen Maschinenleistung grosser Netze in Wirklichkeit ausserordentlich klein ist, so wird der zu beachtende Einfluss bei Laboratoriumsversuchen von störenden Nebeneinflüssen (insbesondere Netzspannungsschwankungen) leicht völlig zugedeckt. Infolgedessen könnte wohl nur ein *Versuch im grossen Netz* zuverlässigen Aufschluss über die praktische Durchführbarkeit der beschriebenen Netzkupplung geben.

Beispiele über die Anwendungsmöglichkeit der elektrischen Heizung.

Von *E. Bindler*, St-Blaise.
(Mitteilung der Berna A.-G., Abt. Elektr. Apparate, St-Blaise.)

621.364.3

Es wird darauf hingewiesen, dass bei günstigen Verhältnissen und bei zweckmässiger Ausführung der Anlage die elektrische Raumheizung wirtschaftlich sein und sowohl den Inhaber als auch das Energie liefernde Werk befriedigen kann. Es werden einige erfolgreiche Anlagen kurz beschrieben: Schulhäuser, Räume eines Kraftwerkes, Kirchen; es wird auch auf andere Anwendungsmöglichkeiten hingewiesen.

L'auteur démontre que, dans des conditions favorables et lorsque l'installation est appropriée, le chauffage électrique peut être économique et satisfaire aussi bien l'abonné que le distributeur d'énergie. L'auteur décrit ensuite quelques installations intéressantes: maisons d'école, locaux d'usine, églises et rappelle quelques autres possibilités d'application.

Bei der Verwendung der elektrischen Energie für Heizungszwecke muss vor allem ihre Wirtschaftlichkeit und damit ihre Konkurrenzfähigkeit sorgfältig untersucht werden. Der hohe Wirkungsgrad dieser Heizung sowie ihre Unabhängigkeit vom ausländischen Brennstoff lassen oft ein voreiliges Urteil zu ihren Gunsten aufkommen; Laienkreise begrüssen sie immer wieder als willkommene Lösung des Heizungsproblems. In Fachkreisen wird dagegen zu oft die Auffassung über die Unzweckmässigkeit und Unbrauchbarkeit der elektrischen Heizung für Wohn- und Arbeitsräume verallgemeinert.

Eine gründliche Untersuchung der Frage führt aber zur Feststellung, dass auch hier allgemein gefasste Urteile unrichtig sind. Nur eine genaue Prüfung der für die Heizung massgebenden Verhältnisse in jedem Raum durch die Fachleute in Verbindung mit dem Energielieferanten und den besondern Netzverhältnissen kann ein erschöpfendes Bild über die Zweckmässigkeit oder Unbrauchbarkeit der elektrischen Heizung für jeden einzelnen Fall ergeben.

Im folgenden seien einige interessante Anlagen kurz beschrieben, deren Zweckmässigkeit im Betrieb bewiesen wurde.

Heizungsanlage im Schulhaus Meinier.
(Gebiet des Elektrizitätswerkes Genf.)

Die Verteilung der Räume ist aus Fig. 1 und 2 ersichtlich; der Kubikinhalt des Schulzimmers I beträgt 150 m³, derjenige des Schulzimmers II 110 m³, derjenige des Schulzimmers IV 160 m³.

Die elektrische Heizungsanlage ist seit 1934 in Betrieb. Sie wird vollständig automatisch-thermostatisch reguliert. Die Totalleistung beträgt ca. 40 kW. Die tägliche Betriebszeit ist 8 bis 12 h und 13 h bis 16 h.

Ein günstiger Energiepreis wurde vom EW Genf nach spezieller Vereinbarung mit der Gemeinde angesetzt, unter der Bedingung, dass die Apparatur von 6 h bis 8 h und von 16 h bis 22 h automatisch abgeschaltet wird. In jedem Schulzimmer wird die Temperatur automatisch durch Thermostaten gesteuert und auf einem konstanten Wert (20° C) gehalten. Das Einschalten der gesamten Leistung geschieht durch Fernschalter, die von einer Schaltuhr gesteuert werden. Die Fernschalter sind als Verzögerungsschalter ausgebildet, so dass beim Ein- und Ausschalten der ganzen Apparatur durch die Schaltuhr die einzelnen Fernschalter Leistungsgruppen von

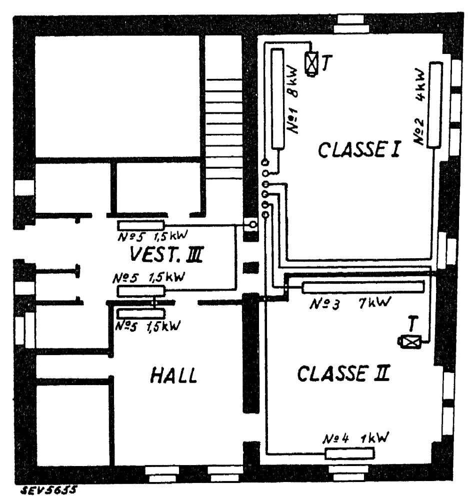
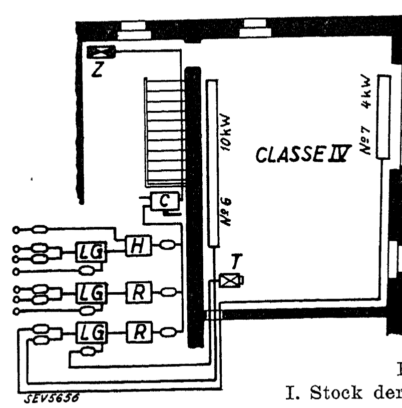


Fig. 1.
Erdgeschoss der Schule Meinier.



Legende zu Fig. 1 und 2.
C Umschalter.
H Schaltuhr.
R Relais.
LG Automatische Schalter.
T Thermostaten.
Z Zählertafel.
Leitungen:
Hauptleitung *Z—C* 4·20 mm².
Heizkörperleitungen:
1,5... 8 kW : 4·2,5 mm².
10 kW : 4·4 mm².
Thermostatenleitungen:
2·1 mm², bzw. 3·1 mm².

Fig. 2.
I. Stock der Schule Meinier.

maximal 15 kW mit ca. 10 Sekunden gegenseitiger Verzögerung ein- und ausschalten (Kaskadenschaltung).

Um eine kurze Anheizdauer und einen langsamen Auftrieb der Wärme zur Zimmerdecke zu erreichen, werden

Heizkörper von sehr grosser Oberfläche und niederer Betriebstemperatur gewählt. Die Anordnung der Heizkörper ist so getroffen, dass eine mehrfache Schachtbildung (Kaminwirkung), welche die Luftbewegung begünstigt, vermieden wird (Fig. 3). Die langsame Luftbewegung im Raume ermöglicht, einen günstigeren Wärmeeffekt in Radiatorenhöhe zu erreichen. Die Anschlussleistung ist im Verhältnis zum Rauminhalt trotz schlechter Wärmeisolation der Räume mit ca. 80 W/m³ gering, die Anheizdauer von ca. 30 min bei 0° C

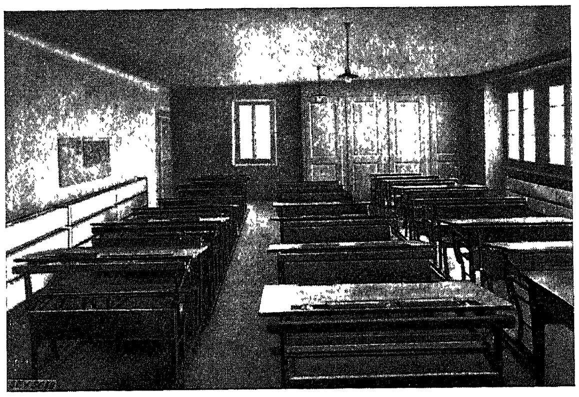


Fig. 3.
Ansicht des Schulzimmers I in Meinier.
Anmerkung der Redaktion:
Man beachte beiläufig die Beleuchtung dieses Schulzimmers, die nicht nur ungenügend ist, sondern leider auch jeder Zweckmässigkeit entbehrt.

Aussentemperatur äusserst kurz, was auf die direkte Bestrahlung des Raumteiles auf Menschenhöhe durch die grosse Radiatorenfläche zurückzuführen ist.

Wesentlich ist noch der Vorteil, der sich aus dem Fehlen jeglicher Frostgefahr für die Radiatoren ergibt, wenn beispielsweise die Anlage während der Winterferien vollständig ausser Betrieb gesetzt wird. Es entsteht hieraus eine Energieersparnis, die ermöglicht, gemeinsam mit den genannten Eigenschaften dieser Beheizungsart einen Jahresenergieverbrauch von ca. 10 500 kWh entspr. ca. Fr. 400.— für dieses Schulhaus zu verzeichnen.

Der Jahresenergieverbrauch entspricht ca. ⅔ des vom Energielieferanten angesetzten Minimalkonsums für die installierte Leistung. Die Gemeinde wird nun eine bessere Ausnützung dieser Minimalkonsumklausel dadurch herbeiführen, dass sie vom gleichen Transformator aus die ihr zur Verfügung stehende Energie an Feiertagen zur Beheizung der Ortskirche und des Gemeindesaales verwendet.

Auf Grund der in Meinier erreichten Resultate wurde 1935 eine weitere ähnliche Anlage installiert:

Die elektrische Heizung im Schulhaus von Grengiols.
(Gebiet der Walliser Kraftwerke.)

Das Schulhaus besteht aus einem vierstöckigen Bau. Im Parterre befindet sich die Turnhalle, der 1. und 2. Stock weisen je 2 Schulzimmer auf, mit den entsprechenden Vorräumen, und im 3. Stock befinden sich 2 Wohnungen.

Tabelle I.

Raum-Bezeichnung	Raum-Inhalt in m³	Anschluss-leistung in kW	Verhältnis zwischen Rauminhalt u. angeschl. Leistung in W/m³	Höhe der Räume in m	erwünschte Betriebs-temp. in ° C.
Turnhalle	550	15,7	28	4,5	16
Klassenräume je .	150	6,7	45	2,9	20
Wohnräume je . .	33	2	58	2,65	20
Treppenhaus u. Vorräume . . .	500	9,2	18	8,5	14

Dieses Schulhaus enthält somit der Zweckbestimmung entsprechend drei grundverschiedene Raumarten: die Turnhalle — die Schulzimmer — die Wohnräume.

Tabelle I gibt Aufschluss über die eingebaute Heizungsanlage.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Schulhaus von Grengiols ein moderner, gut wärmeisolierter Bau ist. Die Schulzimmer und die Turnhalle weisen mehrere 3 m breite Fenster auf. Die Radiatoren sind grösstenteils unter den Fenstern angeordnet. Bemerkenswert bei dieser Anlage ist die sehr geringe Anschlussleistung und die Tatsache, dass diese Anschlussleistung bei höheren Räumen verhältnismässig zu ihrem Volumen klein ausfällt, weil die Beheizung durch Strahlung grosser, nieder im Raum angeordneter Radiatorenflächen den Raum von unten nach oben und mit fast unmittelbarem Effekt heizt. Das Ausbleiben der bei intensiver Luftbewegung unvermeidlichen Staubumwälzung, die das Gefühl der sogenannten «Lufttrocknung» auslöst, wird vom Lehrpersonal der Schule als auffallend angenehm bezeichnet.

Die aus dem Betrieb der elektrischen Heizungsanlage in Meinier wie auch aus andern charakteristischen Anwendungen gewonnene Erfahrung über den geringen Jahresenergieverbrauch bei zeitlich und thermostatisch gesteuerten Heizungsanlagen macht sich in Grengiols durch die lokalen Verhältnisse ganz besonders günstig bemerkbar. Obwohl die eingebaute Leistung auch bei strengem Winter eine rasche Erwärmung der Räume auf eine Dauertemperatur von 20° C ermöglicht, werden die Thermostate entsprechend den lokalen Wünschen auf 12° bis 16° C eingestellt.

Der Jahresenergiekonsum für den allerdings milden Winter 1935/36 ergab daher den abnormal geringen Verbrauch von 6770 kWh, wobei zu beachten ist, dass die Anlage diesen Winter nur teilweise in Betrieb war.

Anderer Natur ist die elektrische Heizung in einem industriellen Betrieb. Hier kommt namentlich die Beheizung der Kraftwerke selbst in Frage. Als Beispiel sei kurz hingewiesen auf die

Heizungsanlage in den Bureauräumen und im Schaltraum des Dixence-Maschinenhauses in Chandoline/Sion.

Es wurden hier für 6 Bureauräume, 1 Wartezimmer, 3 Versammlungs- und Personalräume, verschiedene Toiletten, Nebenräume und den Schaltraum insgesamt ca. 75 kW Heizleistung installiert. Die Apparatur besteht durchwegs aus den flachen Wandradiatoren mit grosser Oberfläche (Fig. 4 und 5), die auch in diesem Falle restlos befriedigen.



Fig. 4.
Heizung in einem Bureauraum im Kraftwerk Dixence.

Es wurden im Winter 1935/36 nur ein Teil der Räume benützt. Der Jahresenergiekonsum für den beheizten Teil des Gebäudes stellte sich auf 32 285 kWh; die Verteilung der Leistung und die Betriebsdauer ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

Raum	Anschluss-leistung kW	Tägliche Betriebsdauer h
Schaltraum	16	24
Bureau des Betriebsleiters . .	6	12
Bureau des stellvertretenden Betriebsleiters	5	12
Kantine	5	24
3 W.C.	1,5	24
Schmiede	6	24

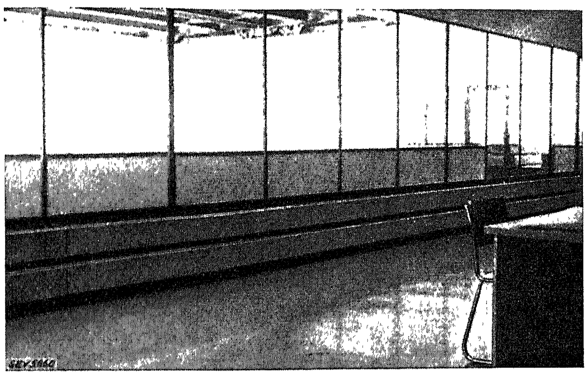


Fig. 5.
Heizung im Kommandoraum des Kraftwerkes Dixence.

Die günstigsten Fälle der elektrischen Beheizung liegen — wenn die Netzverhältnisse es erlauben — dort vor, wo relativ tiefe Raumtemperaturen als hinreichend betrachtet werden können, oder bei intermittierendem Betrieb mit grossen Intervallen und kurzen Heizperioden.

Das erste ist z. B. bei *Garagenheizungen* der Fall, während die zweite Anwendung oft bei *Kirchenheizungen* vorkommt.

Die Verwendung der Flachradiatoren mit grosser Oberfläche nach Fig. 6 ermöglicht, mit geringem Anschlusswert auszukommen, wenn eine nur lokale

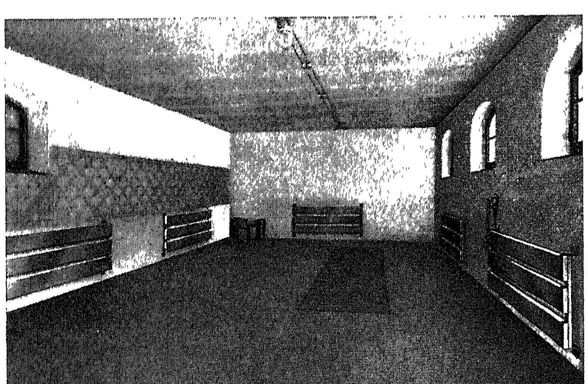


Fig. 6.
Garagenheizung.

Beheizung erwünscht ist. Die Anordnung der Heizapparate kann derart getroffen werden, dass die Autokühler in ihren Strahlungsbereich zu stehen kommen. Der geringe Rauminhalt sowie auch die geschlossene Konstruktion dieser Flachradiatoren entsprechen durchwegs den Anforderungen einer Garagenapparatur.

Die elektrische Kirchenbeheizung dagegen stellt für die Wärmeverteilung ganz andere Aufgaben. Indem die erwünschte Heizzeit nur kurz und die Rauminhalte sehr gross sind, wird die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen durch den Anschluss hoher Leistungen und lange Anheizzeit sehr in Frage gestellt.

Es ist bekannt, dass die Wärmeabgabe durch Konvektion zwangsläufig mit aufsteigender Luftbewegung verbunden ist. Die Wärmeabgabe nimmt mit zunehmender Heizflächentemperatur und dem damit verbundenen Geschwindigkeitszuwachs der aufströmenden Luft zu. Die bewegte Luft entzieht aber jedem Körper, der auch nur einige Grad höhere Temperatur aufweist, wiederum Wärme und wirkt daher auf diesen Körper als Kühlung. Weil



Fig. 7.
Kirchenheizung mit Wandradiatoren.

der menschliche Körper eine normale Temperatur von ca. 37° C hat, wird jede Luftströmung unter dieser Temperatur als Kühlung empfunden (Zugwirkung). Der Wärmeeffekt gleicher Temperaturen ist am günstigsten bei unbewegter Luft.

Die verbreitetste Lösung für die Kirchenheizung besteht in den sogenannten «Fussbankheizkörpern», die im wesentlichen aus Heizrohren mit ca. 8,5 cm ⌀ bestehen. Die Erfahrung über den Betrieb in mittelgrossen Kirchen zeigt, dass die elektrische Fussbankheizung nicht in allen Fällen die günstigste ist. Die Wärme wird vom Holz des Bodens und der Bänke nur wenig aufgenommen; der wesentlichste Teil geht durch Konvektion in die Höhe. Ein günstiger Wärmeeffekt stellt sich daher erst dann ein, wenn die Holzmasse genügend Wärme aufgespeichert hat, um diese durch Strahlung (mit sehr geringer Luftbewegung) zu verteilen. Darauf ist die lange Anheizdauer zurückzuführen.

Ein fast unmittelbarer Heizeffekt wird dagegen erzielt durch Wandradiatoren, wenn die Bankreihen im Strahlungsbereich dieser Apparate stehen (Fig. 7). Die Reichweite der Wärmewirkung dieser Radiatoren ist ca. 5 Meter bei einer Oberflächentemperatur von ungefähr 80° C. Ein Teil der erzeugten Wärme wird durch die Kirchenwand aufgespeichert und bewirkt einen nachhaltigen Heizeffekt. Wenn die Radiatoren, beispielsweise durch die Thermostaten, ausser Betrieb gesetzt werden, bleiben auf diese Art intensive Temperaturschwankungen aus.

Als Beispiel möge die elektrische Heizungsanlage in der *katholischen Kirche in Hagenwil/Amriswil (Thurgau)* dienen. Das Kirchenschiff wird ausschliesslich durch Wandradiatoren geheizt. Folgende Angaben über diese Anlage mögen interessieren: Inhalt des Kirchenraumes 1500 m³; Länge des Kirchenschiffes 15 m; Breite des Kirchenschiffes 9,50 m; Höhe 8 m; angeschlossene Leistung der Wandradiatoren im Schiff 24 kW; total angeschlossene Heizleistung 51 kW; Verhältnis der Heizleistung zum Rauminhalt 34 W/m³; Anheizdauer: ca. 1 Stunde. Die Radiatoren werden in ihrer Wirkungsweise durch Thermostaten reguliert und automatich durch eine Schaltuhr in und ausser Betrieb gesetzt. Die kurze Anheizdauer, die sich aus der direkten Bestrahlung des benützten Raumes ergibt, ist hauptsächlich für die Wirtschaftlichkeit der Anlage massgebend. In denjenigen Kirchen, in welchen das Anbringen von Wandradiatoren aus ästhetischen Gründen oder wegen Platzmangel nicht erfolgen kann, werden Fussbankheizkörper mit möglichst grosser Strahlungsfläche in vertikaler Anordnung installiert (Fig. 8).

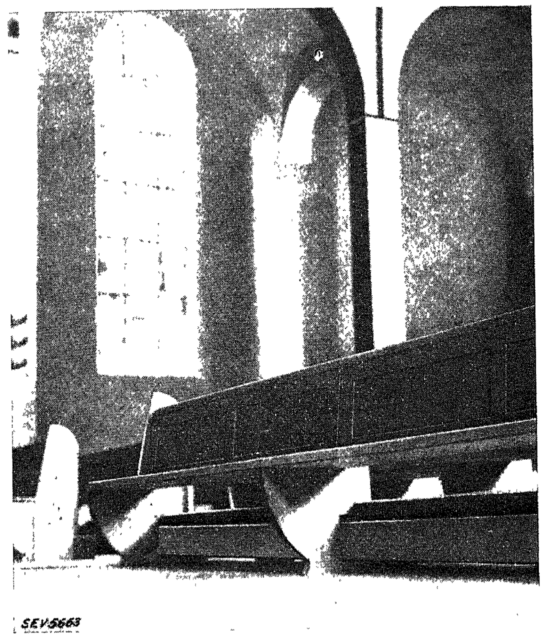


Fig. 8.
Kirchenheizung mit Fussradiatoren (*1*).

Aber auch diese Betrachtungen sind nicht von allgemeiner Gültigkeit, und die elektrische Heizung wird nur in beschränktem Mass und für ganz besondere Spezialfälle restlos befriedigen können.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die Umstellung von Aufzügen für Gleichstrom in solche für Drehstrom unter Verwendung von Gleichrichtern.

621.34 : 621.876

Unter der Voraussetzung, dass die Steuerungseinrichtung bei Aufzügen noch brauchbar ist, ist die Umstellung von Gleichstrom auf Drehstrom in vielen Fällen vorteilhaft. Bei Druckknopfsteuerungen liegen nämlich die Verhältnisse insofern besonders günstig, als sich hier der Arbeitsstromkreis mit dem Aufzugsmotor leicht vom Steuerstromkreis elektrisch trennen lässt. Setzt man nun für den Steuerstromkreis einen Gleichrichter ein, so bleibt die Steuerung nahezu unverändert bestehen. Es wäre also lediglich der Gleichstrommotor durch einen Drehstrommotor zu ersetzen, wobei man in der Möglichkeit, den Gleichstrommotor für andere Zwecke verwenden zu können, einen gewissen Gegenwert hat. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist auch der, dass der Umbau, der sonst vielleicht bis zu einer Woche betragen kann, den Betrieb kaum mehr als einen einzigen Tag stillegt.

In elektrischer Hinsicht sind die Vorteile nicht minder gross. Ein Drehstrommotor hat an sich einen ziemlich hohen Anlaufstrom. Um ein Vielfaches grösser ist aber der Einschaltstromstoss eines Drehstrom-Bremslüftmagneten. Daraus ergeben sich für den Ueberstromschutz Schwierigkeiten, die man nur dann einigermassen beheben könnte, wenn man getrennte Ueberstromschalter für Motor und Bremsmagnet verwenden würde, die in gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Bei Verwendung eines Gleichrichters bleibt aber der Bremsmagnet ohne weiteres an der Steuerung, und der Einschaltstromstoss ist belanglos.

In Fig. 1 ist die Umstellung eines Aufzuges schematisch dargestellt. Man sieht, dass ausser dem Hauptschalter HS, dem Drehstrommotor DM und dem Gleichrichter G keine neuen Einrichtungen nötig werden. Auch die Aenderung der Leitungen macht keine Schwierigkeiten. Selbstverständlich muss der Steuerstrom durch den Notschalter NS ebenfalls unterbrochen werden.

Als Gleichrichter eignen sich am besten Trockengleichrichter in der Dreiphasen-Einwegschaltung. Bei Umstellungen

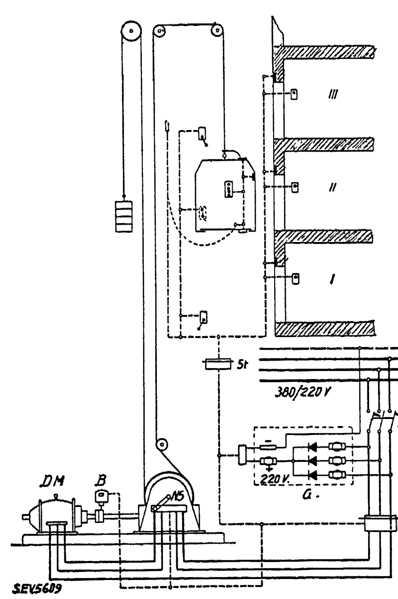


Fig. 1.
Schematische Darstellung eines mit Gleichrichter für die Steuerung umgestellten Aufzuges.
— Arbeitstromkreis (Drehstrom),
- - - Steuerstromkreis (Gleichstrom),
HS Ueberstrom-Hauptschalter,
WS Wendeschalter,
NS Wendeschalter,
DM Drehstrommotor,
G Trockengleichrichter,
B Bremslüftmagnet,
ST Stockwerkschalter.

dürfte es sich nämlich meist um einen Uebergang von 220 V Gleichstrom auf 380 V Drehstrom handeln. Diese Umsetzung erzielt man aber in einem Gleichrichter mit der genannten

Schaltungsart ohne einen besonderen Transformator, der nur bei abweichenden Spannungsverhältnissen nötig werden würde. Zudem ist ein Trockengleichrichter gegen stossweise Ueberlastungen selbst bei einem Mehrfachen der Nennleistung unempfindlich, sofern man ihm gewisse Ruhepausen gönnt, was aber höchstens mit Ausnahme von Aufzügen mit Führerbegleitung wohl fast überall zutreffen wird. Man kann übrigens einen Gleichrichter auch für mehrere Aufzüge verwenden, wenn sie räumlich nahe beieinander liegen. — (O. Heyl, Elektr.-Wirtsch. Berlin, Bd. 34 [1935], Heft 31, S. 700.)

K. T.

Messinstrumente mit fremdfeldunempfindlichen Messwerken.

621.319.74 : 621.317.7

Die am häufigsten gebrauchten Messgeräte mit eisenlosem elektrodynamischen oder mit Dreheisen-Messwerk zeigen durchwegs eine grosse Empfindlichkeit gegenüber Fremdfeldern, so dass ihre grosse Anzeigegenauigkeit von wenigen Zehntel Prozent an sich bei Vorhandensein von Fremdfeldern nicht ausgenutzt werden konnte. Wenn bei diesen Messungen hohe Messgenauigkeit erreicht werden soll, sind fachtechnische Kenntnisse über Schutzmassnahmen zur Ausschaltung des Einflusses der Fremdfelder nötig. Hohe absolute Anzeigegenauigkeit muss aber besonders bei der Messung von Elektrizitätsmengen als Verrechnungsgrundlage mit Rücksicht auf den wirtschaftlichen Wert angestrebt werden.

Fremdfehler können verschiedene Ursachen haben. Leitungen und Schaltapparate, welche grosse Ströme führen, rufen in ihrer Umgebung Streufelder hervor, deren Stärke sich nach der Gesamtanordnung der Anlage richtet und auch sehr schwer beurteilt werden kann. Dazu treten die Streukomponenten der Arbeitsfelder von Maschinen und Transformatoren, welche wieder vom Betriebszustand und von der Art des Aufbaues abhängen. So ist in Betriebs- und Schalträumen im allgemeinen immer mit Streufeldern zu rechnen, deren einwandfreier Nachweis umständliche Massnahmen erforderlich macht. Wollte man die fremdfeldempfindlichen Messinstrumente ausserhalb des Fremdfeldbereiches bringen, so ergäben sich oft grosse Entfernungen im Betriebsraum selbst oder die Notwendigkeit, einen benachbarten Raum oder eine Stelle ausserhalb des Gebäudes im Freien als Aufstellungsort der Kontrollinstrumente zu wählen. Grosse Entfernungen machen lange Verbindungsleitungen nötig, die die Bürde der Wandler nicht wesentlich verändern dürfen; weiters birgt die Verständigung zusätzliche Fehlerursachen in sich, wenn der Messende die zu kontrollierenden Apparate nicht mehr selbst beobachten kann.

Um den Einfluss vorhandener Fremdfelder auf die Anzeigen der Kontrollinstrumente auszuschalten, werden die Messwerke dieser Instrumente entweder astatisch aufgebaut oder mit Eisenschirmen versehen. Wenn das astatische Messwerk in seinen räumlichen Dimensionen klein ist, so verhält es sich selbst in inhomogenen Fremdfeldern gut. Ein wesentlicher Nachteil dieser Messwerke ist jedoch die Notwendigkeit zweier Systeme, welche unter sonst gleichen Verhältnissen die Qualität des Instrumentes in elektrischer und mechanischer Beziehung herabsetzen. Das eisengeschirmte Messwerk hingegen zeigt einen leichten Gewinn an Drehmomenten durch den teilweisen Rückschluss des Hauptfeldes durch den Eisenschirm. Instrumente mit eisengeschirmtem Messwerk eignen sich besonders für die Messung bei Vorhandensein inhomogener Fremdfelder.

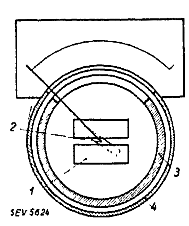


Fig. 1.

Schema des Fremdfeldschutzes.
1 Feste Stromspule.
2 Bewegliche Spannungsspule.
3 Innerer Eisenschirm.
4 Aeusserer Eisenschirm.

Fig. 1 und 2 zeigen ein eisengeschirmtes Messwerk eines Präzisions-Leistungsmessers; der Eisenschirm muss mindestens doppelt ausgeführt werden, um Fehlanzeigen infolge Polbildung im Eisenschirm bei starken Fremdfeldern zu vermeiden.

In dem äusseren, massiven Eisenschirm ist daher ein zweiter, innerer Eisenschirm grösseren Querschnittes angeordnet, welcher aus Eisenblechringen aufgeschichtet ist und einen gewissen Abstand zum äusseren Schirm frei lässt. Der äussere Schirm hat eine schmale spaltförmige Oeffnung, durch welche der Instrumentenzeiger des Messwerkes tritt. Für die Zuleitungen zum Messwerk sind kleine Oeffnungen vorgesehen.

Durch richtige Konstruktion, Wahl des Querschnittes und des Materials der Eisenschirme lässt sich der Fremdfeldeinfluss auf wenige Prozente seines ursprünglichen Wertes bei ungeschirmten Messwerken herabsetzen. So zeigen elektrodynamische Wattmeter im ungeschirmten Zustand in einem Fremdfeld von 5 Gauss beispielsweise 10 % und mehr, mit doppeltem Eisenschirm hingegen nur etwa 0,5 % des Skalenendwertes. In Anlagen, welche besonders hohe Ströme in den Sammelschienen führen, wie es in Betrieben mit Elektroöfen, Gleichrichterstationen für Bahnbetriebe und dergleichen der Fall ist, haben sich astatische Instrumente mit Eisenschirm sehr bewährt. Der Fremdfeldeinfluss sinkt dann bei 5 Gauss auf wenige Hundertstel Prozent des Skalenendwertes herab.

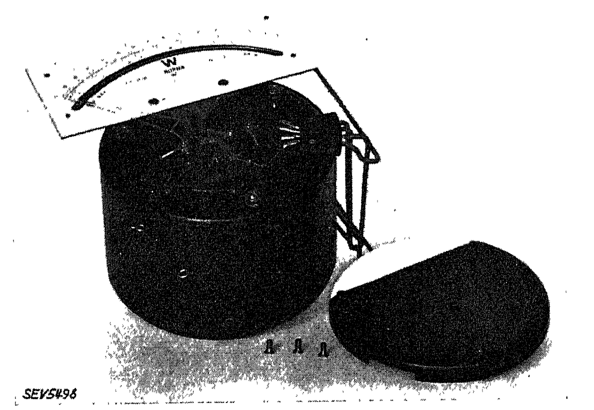


Fig. 2.

Auch die gegenseitige Beeinflussung unmittelbar nebeneinander stehender Messgeräte wird durch den Eisenschirm vermieden. Bei Messungen in Drehstrom-Dreileiter- und besonders in Vierleiteranlagen wird es dadurch möglich, bei der grossen Zahl von Instrumenten mit einem kleineren Raum das Auslangen zu finden, so dass die Ablesung der Instrumente erleichtert wird, was bei schwankender Belastung einen grossen Vorteil bietet.

Erwähnt soll noch werden, dass ungeschirmte Instrumente Fehlanzeigen liefern, wenn der Verlauf des Arbeitsfeldes des Messgerätes durch in der Nähe befindliche magnetische Massen verändert wird. Dies ist auch dann der Fall, wenn in und unter den Messtischen Hilfsapparate in Eisengehäuse (Regel-, Anlass- oder Belastungswiderstände oder Transformatoren, Phasenschieber u. dgl.) untergebracht werden; während astatische Messgeräte diesen Einflüssen ausgesetzt sind, bleiben geschirmte Messgeräte dagegen unempfindlich.

Messgeräte mit eisengeschirmtem Messwerk zeigen sich gegen Streufelder unempfindlich, verlangen keine besondere Ueberlegung bei der Wahl ihres Aufstellungsortes und haben den geringsten Platzbedarf. Sie haben den mechanisch hohen Gütefaktor normaler Messwerke und sind bei Gleich- und Wechselstrom trotz der Eisenschirme gleich genau. In den neuen Regeln der CEI ist für Instrumente mit dynamometrischen und Dreheisenmesswerken ein Fremdfeldeinfluss von 3 % zugelassen; die tatsächlich gemessenen Einflussgrössen bei Instrumenten mit eisengeschirmtem Messwerk sind jedoch bedeutend geringer.

Sch.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Eigengeräusche der Verstärkerröhren und ihre Messung.

621.396.822

Das Rauschen der Verstärker begrenzt die Möglichkeit, ankommende Zeichen kleiner Leistung wirksam zu verstärken. Durch Sorgfalt lassen sich zwar viele Geräuschursachen vermeiden; als Beispiele seien mangelhaft gesiebte Spannungsquellen, ungenügende Verstärker-Schirmung und -Erdung und Wechselstromheizung genannt. Aber auch dann, wenn solche groben Ursachen wegfallen, bleiben noch unvermeidliche Geräusche übrig. Diese Eigengeräusche der Verstärkeranordnungen sind auf die atomistische Natur der Elektrizität zurückzuführen. Sie sind deshalb untrennbar mit dem Verstärkervorgang verknüpft und verdecken zu schwache Zeichen vollständig. Seit einiger Zeit weiss man, dass für die kleinste Leistung, die noch wirksam verstärkt werden kann, eine *absolute* Grenze besteht [1]).

Für die unvermeidlichen Eigengeräusche können mehrere physikalische Ursachen namhaft gemacht werden. Die Tatsache, dass der Strom in der Röhre wegen der Elektronen diskontinuierlich ist, bewirkt, dass sich dem im Mittel fliessenden Gleichstrom ein Wechselstrom verschiedenster Frequenzen überlagert. Die Elektronen prasseln gewissermassen auf die Anode, und Schottky prägte für diesen Vorgang den Namen *Schroteffekt*. Treten an der Kathode veränderliche Emissionsstellen auf, so spricht man vom sog. *Funkeleffekt*. Ionisierung von Restgasen in der Röhre führt zu positiven

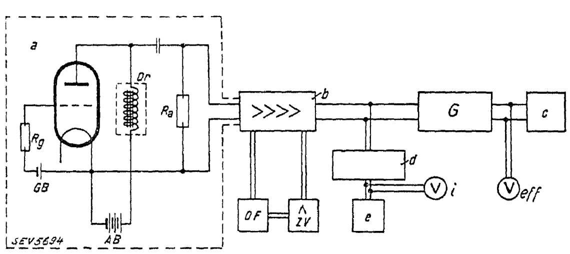


Fig. 1.
Grundschaltung des Messgerätes für Rauschmessungen.
a Bleikasten. *b* Messverstärker. *c* Effektivwertschreiber. *d* Impulsmesser. *e* Impulsschreiber. *V* Impulszeiger. *V* Effektivwertzeiger. *G* Gleichrichter. *OF* Oktavfilter. *ZV* Zwischenverstärker.

Ionen, die bei ihrem Flug zur Kathode in die Raumladungswolke der Kathode eindringen. Sie heben die Raumladung diskontinuierlich auf und verursachen das *Ionisierungsrauschen*. Sowohl bei der Röhrenherstellung als auch während des Betriebes können auf der Glasoberfläche Isolationsfehler auftreten. Sie stören besonders als dünne, flächenhafte Widerstände zwischen den Einschmelzdrähten auf der Oberfläche des Quetschfusses und geben Anlass zum *Isolationsrauschen*, das bei Röhren mit Oxyd- und Dampfkathoden nicht selten vorkommt.

Neben diesen innerhalb der Röhre auftretenden Störungen sind für den Verstärkerbetrieb noch diejenigen Störungen von grosser Bedeutung, die in den notwendigerweise mit der Röhre geschalteten Widerständen auftreten. Wichtig ist hier besonders das *Wärmegeräusch* des Gitterwiderstandes. Schon Schottky hat darauf hingewiesen, dass auch an den Enden eines nicht stromdurchflossenen Leiters infolge der Bewegung der Leitungselektronen Störspannungen auftreten müssen. Die Elektronen sind im Leiter in dauernder Bewegung; ihre Bewegungsenergie ist im Gleichgewicht mit der Energie der Moleküle des umgebenden Leiters und erzeugt an den Enden des Widerstandes eine Wechselspannung U, deren Frequenzen f statistisch verteilt sind. Im Frequenzbereich $(0, \infty)$ ergibt die Rechnung

$$U^2 = 4\,kT \int_0^\infty R \cdot df \qquad (1)$$

Bedeuten f_2 und f_1 zwei vorgegebene Frequenzgrenzen, setzt man ferner den Wert der Boltzmannschen Konstanten k ein und wählt die absolute Temperatur T des Widerstandes R zu 300° K, so folgt aus (1) die wichtige Beziehung

$$U^2 = 1{,}64 \cdot 10^{-20} \cdot R \cdot (f_2 - f_1) \qquad (2)$$

Dabei ist R der Scheinwiderstand des Gitterkreises.

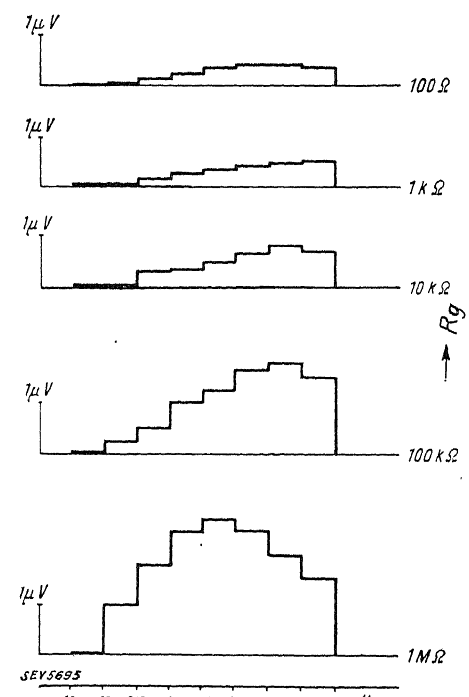


Fig. 2.
Frequenzverteilung des Rauschens bei verschiedenen Gitterwiderständen R_g.

Die Messung der Eigengeräusche erfordert zahlreiche Vorsichtsmassnahmen zur Elimination der Fehlerquellen und stellt besonders hohe Ansprüche an den Messverstärker, der nicht nur im gesamten tonfrequenten Messgebiet von etwa 50 bis 12 000 Hz unabhängig von der Frequenz verstärken, sondern auch seinerseits frei von denjenigen Fehlern sein muss, zu deren Erfassung die ganze Messanordnung dient.

Mit einer Anordnung nach Fig. 1 kann der zeitliche Verlauf des Gesamtrauschens registriert werden. Die zu untersuchende Verstärkerstufe befindet sich in einem starkwandigen Bleikasten a, der auf einem Gummipuffer ruht. Die Anodendrosselspule Dr wird zum Schutz gegen magnetische Störungen in einem hochwertigen Eisengehäuse untergebracht. Das Oktavfilter ist in Oktaven von (50, 100); (100, 200); ... (6400, 12 800) Hz aufgeteilt.

Für Gitterwiderstände verschiedener Grösse wurde mit dieser Apparatur beispielsweise an der gleichen Röhre die in Fig. 2 dargestellte Frequenzverteilung des Rauschens ermittelt. Die Störspannung steigt also mit wachsendem Gitterwiderstand. Gleichzeitig verschiebt sich die Frequenzverteilung, und zwar deswegen, weil mit grösserem Gitterwiderstand die zu ihm parallel liegende dynamische Röhrenkapazität mehr Einfluss auf die Verstärkung der Röhre gewinnt.

Mit Hilfe der Gleichung (2) ist eine Trennung der Rauschspannung in die Anteile möglich, die einerseits vom Gitter-

[1]) Vergl. auch Bull. SEV 1936, Nr. 11, S. 306.

widerstand und anderseits von der Röhre selbst geliefert werden. Ein entsprechendes Beispiel zeigt Fig. 3; der Anteil des Gitterwiderstandes ergibt hier eine Gerade. Man sieht daraus, dass bei den in Fernsprech-Verstärkern üblichen Gitterimpedanzen von 10^5 bis $10^6\ \Omega$ bei Verwendung moderner Eingitterröhren im Durchgriffbereich von 3 bis 7 % das Rauschen lediglich durch das unvermeidbare thermische Rauschen des Gitterwiderstandes bestimmt wird.

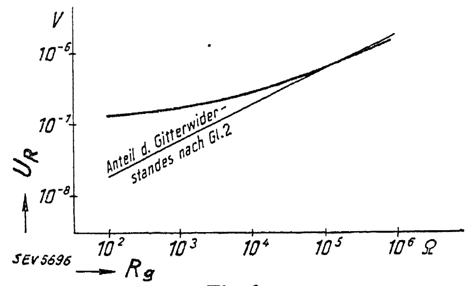


Fig. 3.
Abhängigkeit des Gesamtrauschens (Rauschspannung U) vom Ohmschen Gitterwiderstand R_g (Frequenzband 200....400 Hz).

Bei Verwendung hochwertiger Schirmgitterröhren mit sehr grosser Verstärkung erweitert sich zwar der Bereich für die Gitterimpedanzen. Ihre Schrotspannung ist jedoch etwa um eine Grössenordnung kleiner als diejenige der Eingitterröhre. Daraus folgt, dass auch bei den Schirmgitterröhren mit Gitterimpedanzen $< 10^5\ \Omega$ in erster Linie das thermische Rauschen des Gitterwiderstandes das Gesamtrauschen bestimmt. — (W. Jacobi u. K. S. Pforte, Siemens Veröff. a. d. Gebiete der Nachrichtentechnik, Bd. 5 (1935), H. 2.) *H. B.*

Direkte Kristallsteuerung für ultrakurze Wellen.

621.396.611.21.029.6

Das Hauptanwendungsgebiet der Quarzsteuerung liegt im Gebiet der Rundfunkwellen (1000—100 m). Unterhalb 50 m treten bei der Quarzsteuerung Schwierigkeiten auf. Die dann nötig werdenden sehr dünnen Quarzplatten führen Flatterschwingungen aus, indem sie sich auf mehreren, nahe benachbarten Frequenzen erregen. Man hat sich deshalb in der Weise geholfen, dass man den quarzgesteuerten Generator mit einer noch gut stabilisierbaren längeren Welle betrieb und erst nach mehrfacher Frequenzvervielfachung auf die Sendeantenne arbeitete. Besonders für Ultrakurzwellen wird die Apparatur jedoch wegen der vielen nötigen Zwischenverstärker sehr kompliziert und kostspielig.

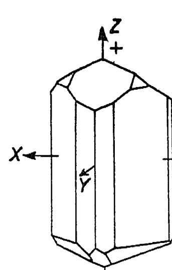


Fig. 1.
Turmalinkristall.

Versuche mit Turmalinkristallen haben nun gezeigt, dass auch bei Ultrakurzwellen eine direkte Kristallsteuerung möglich ist. Neben der Längsschwingung in Richtung der optischen Axe treten beim Turmalin, dessen Kristallform in Fig. 1 wiedergegeben ist, sehr einheitliche Querschwingungen auf, die man leicht sichtbar macht, wenn man auf die Stirnflächen (senkrecht zur optischen Axe geschliffen) Bärlappsamen streut. Hält man über die Stirnfläche einen schräggestellten Reflektor, so kann man, wie beim Wienerschen Versuch in der Optik, die in der Luftschicht über der Stirnfläche entstehenden stehenden Wellen nachweisen.

Berechnet man die Frequenz der Längsschwingung aus Dichte, Elastizitätsmodul und Länge des Quarzes, so erhält man eine Uebereinstimmung mit dem gemessenen Wert bis auf wenige Promille. Die Nebenschwingungen üben demnach einen geringen Einfluss auf die Hauptschwingung aus.

Besonders einfache Querschwingungsformen zeigen kreiszylindrisch geformte Kristalle; bei ihnen liegen die Frequenzen der Nebenschwingungen ziemlich weit von derjenigen der Hauptschwingung entfernt.

Auf Grund der hier angeführten Beobachtungen liess sich nun erwarten, dass die bei dünnen Quarzplatten vorhandenen Schwierigkeiten hier in vermindertem Masse auftreten. Ein günstiger Umstand beim Turmalin ist auch noch der hohe Elastizitätsmodul in der Axenrichtung, woraus sich bei gleicher Dicke eine um 35 % höhere Frequenz ergibt.

Die Schaltung eines 5-Watt-Senders für 7 m Wellenlänge zeigt Fig. 2. Bis zu 2 m Wellenlänge herab konnten gewöhnliche Audionröhren oder Lautsprecherröhren verwendet werden, z. B. RE 084, RE 134 und für noch kürzere Wellen Valvo S 0401. Für Wellen über 5 m kann schon eine grössere Senderöhre RS 241 benutzt werden. Der Wirkungsgrad des Senders nimmt mit abnehmender Wellenlänge beträchtlich ab. Fig. 3 gibt die Aussteuerung in Prozenten einer RE 134 als Funktion der Wellenlänge.

Gewisse Schwierigkeiten bereitete die Stromzuführung zum Kristall. Eine Versilberung der Kristallplättchen veränderte ihre Eigenfrequenz, auch blättert die Schicht bei grösserer Belastung ab. Die besten Resultate wurden durch genau plangeschliffene Elektroden erhalten. Diese werden am besten aus einem Material mit geringer elastischer Eigendämpfung (Stahl oder eine 2prozentige Cu-Be-Legierung) hergestellt.

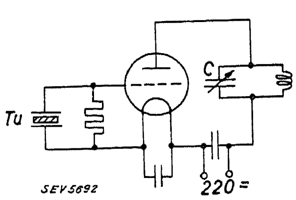


Fig. 2.
Schema des Senders.

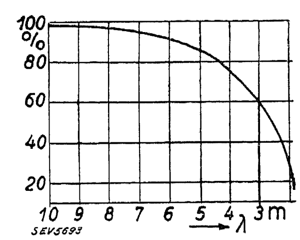


Fig. 3.
Abnahme der Durchsteuerung mit der Wellenlänge.

Mit einem Sender nach Fig. 2 wurden praktische Versuche über die zu erreichende Frequenzstabilisierung angestellt. Der modulierte Sender konnte mit einem gewöhnlichen Rückkoppelungssaudion unverstärkt und ohne beiderseitige Antenne leicht auf über 1 km Entfernung gehört werden. Auf der Senderseite blieb die Frequenz bei Annäherung der Hand an die Senderspule unverändert. Erst bei direkter Berührung derselben setzten die Schwingungen ganz aus, um bei Entfernung der Hand sofort wieder mit der gleichen Frequenz anzuspringen. Beim Durchdrehen des Kondensators C (Fig. 2) entstehen keinerlei Frequenzsprünge; jedoch wird auch hier wie beim Quarz die Frequenz des Kristalls durch die Abstimmung des Anodenkreises verändert.

Für einfache Sender kann man auf einen Thermostaten zur Einhaltung konstanter Temperatur verzichten, da die Frequenzänderung des Turmalins vollkommen stetig mit der Temperatur verläuft, im Gegensatz zum Quarz, wo durch die sprungweise Frequenzänderung die Empfangsstation leicht für einige Zeit den Sender verlieren kann. — (Hans Straubel, Jena. Physik. Zeitschr. Bd. 32 (1931), S. 1.) *Hdg.*

Miscellanea.

In memoriam.

Edward Weston †. Am 20. August d. J. starb der Seniorchef der Weston Electrical Instrument Company in Newark, Edward Weston, im Alter von 86 Jahren. Weston, geboren am 9. Mai 1850, studierte in seiner Heimat, England, Zahnheilkunde und Medizin. Seine Liebe zu Physik und Technik veranlasste ihn aber, sein Studium aufzugeben und, im Alter von 20 Jahren, nach Amerika auszuwandern. Bereits in seiner ersten Stellung in Amerika, in einer kleinen Werkstatt für Galvanoplastik, begann er seine überaus fruchtbare Erfindertätigkeit; aus jener Zeit stammt eine Methode zur fabri-

kationsmässigen Herstellung sauberer, haltbarer Vernicklungen. 1870 baute er Dynamomaschinen mit geblättertem Anker, um die galvanischen Bäder statt mit Elementen mit Maschinen zu speisen; ihm wird die Idee zugeschrieben, durch einen Regulierwiderstand im Magnetkreis die Spannung der Dynamo zu regulieren. Zwei Jahre später, 25jährig, bereits im Besitz von etwa 300 Patenten, gründete er eine eigene Firma, die «Weston Dynamo Electric Machine Company», die 1881 die U. S. Electric light Company in sich aufnahm. In jene Zeit fallen grundlegende Arbeiten über Glühlampen und Bogenlampen, aus denen u. a. eine Fabrikation von besonders reinen, verkupferten Kohlenstiften für Bogenlampen hervorging.

Während allen diesen Arbeiten empfand er das Fehlen genauer, technisch verwendbarer elektrischer Messinstrumente. Man besass damals zwar schon elektrische Messinstrumente, an sehr dünnen Fäden aufgehängte Magnetnadeln, die einen Zeiger oder einen Spiegel trugen (Tangentenbussolen). Sie waren aber unangenehm empfindlich gegen Erschütterungen, pendelten in einem fort und mussten schliesslich vor äusseren Magnetfeldern geschützt werden, da schon die Nähe eines Schlüsselbundes ihre Angaben verfälschte. Auch gab es zur Einhaltung konstanter elektrischer Ströme kein geeignetes Widerstandsmaterial. Weston begann daher, für seine eigenen Zwecke Messinstrumente zu bauen und erzielte dabei so hervorragende Erfolge, dass er im Jahre 1886 beschloss, seine Maschinenfabrik aufzugeben, um sich ganz der Messtechnik und der Wissenschaft zu widmen. Bereits 1888, dem Gründungsjahr der «Weston Electrical Instrument Company», wurden ihm drei grundlegende Patente erteilt, die das Fundament der modernen Messtechnik bilden: Drehspulinstrument in seiner heutigen Form, metallener Spulenträger als Wirbelstromdämpfung und das Weston-Normalelement, das 1908 in London als internationales Normal für die elektromotorische Kraft angenommen wurde. Er ist auch der Erfinder des Shunt (1892). Weston schuf die stromführenden, unmagnetischen Spiralfedern, die ihre Elastizität bei Erwärmung nicht ändern, die Spitzenlagerung in Edelsteinen, die unveränderlichen Dauermagnete, den Stahlkern von geeigneter magnetischer Qualität, Widerstandslegierungen mit sehr geringem und negativem Temperaturkoeffizienten (zuerst «Westonin», später «Manganin» genannt), auch einen stabilen Zeiger aus äusserst feinwandigem Rohr und das Balancierkreuz; schliesslich war auch die Fabrikation von sehr feinem Kupferdraht einzurichten. Die ganze Messinstrumenten-Industrie hat Westons Erfindungen zum Vorbild genommen. Heute ist seine Unternehmung, die er bis zum 75. Lebensjahr (1925) persönlich leitete, eine Weltfirma, mit alter Tradition, einem ungeheuren Schatz von Erfahrungen und mit grossen Mitteln unterhaltenen Forschungsstätten.



Edward Weston
1850—1936.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Eidg. Amt für Verkehr. Der Bundesrat wählte am 21. September 1936 Herrn *Paul Kradolfer*, bisher Vizedirektor, zum Direktor des Amtes für Verkehr beim Post- und Eisenbahndepartement, an Stelle des zum Generaldirektor der Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung ernannten Herrn Direktor Hunziker. — (Vgl. Bull. SEV 1935, Nr. 24, S. 700.)

Kleine Mitteilungen.

Jubiläumsfonds ETH 1930. Wir entnehmen dem Jahresbericht 1935 [1]):

Bis zur endgültigen Abklärung der Rechtsfragen bei der Patentierung von Forschungsergebnissen, die mit Unterstützung des Fonds zustande kamen, setzte das Kuratorium des Fonds folgende Regelung fest:

1. Erfindungen, die mit Unterstützung des Jubiläumsfonds erzielt werden konnten, sind in erster Linie der schweizerischen Industrie zur Verwertung anzubieten. Ein Angebot an ausländische Firmen darf nur erfolgen, wenn keine schweizerische Firma die Verwertung übernimmt. In Zweifelsfällen entscheidet das Kuratorium.

2. Patentierungen von Erfindungen erfolgen im Einverständnis mit dem Kuratorium auf den Namen des Erfinders. Die Kosten der Patentanmeldung und Patentverwertung hat der Erfinder selbst zu tragen. Die vom Jubiläumsfonds zur Ausführung von Forschungsarbeiten bewilligten Kredite dürfen hierfür nicht verwendet werden.

3. Erfolgt eine technische oder kommerzielle Verwertung von Erfindungen bzw. Patenten entweder durch den Erfinder selbst oder durch Dritte, so sind dem Jubiläumsfonds die für die einschlägigen Forschungsarbeiten seinerzeit bewilligten Subventionen einmalig oder in Raten wieder zurückzuerstatten. Ueber die Rückzahlungsmodalitäten erfolgt im übrigen von Fall zu Fall eine vorgängige Verständigung zwischen dem Subventionsempfänger und dem Kuratorium des Jubiläumsfonds.

Subventionsgesuche. 9 Gesuche wurden bewilligt mit einem gesamten Subventionsbetrag von Fr. 35 100.—. Von diesen 9 Gesuchen entfallen 3 auf Forschungsgegenstände elektrotechnischer Natur: Herr Prof. *E. Dünner* (2 Gesuche) erhielt für 2 Fortsetzungen seiner «Untersuchungen über den geräuschlosen Motor [2])» zusammen Fr. 5000.— und Herrn Prof. Dr. *F. Tank* wurden für «Forschungen aus dem Gebiet der sog. Ultrakurzwellen» Fr. 5000.— bewilligt.

Das Fondskapital betrug Ende 1935 Fr. 1 302 585.15, der Betriebsfonds Fr. 26 005.75, die Zinsen pro 1935 betrugen Fr. 59 499.20. Von den Zinsen wurden Fr. 35 100.— für Zuwendungen und Fr. 655.25 für Verwaltungskosten verwendet; Fr. 20 000.— wurden zum Fondskapital geschlagen.

Die gesamten Zuwendungen aus dem Fonds betragen seit 1930 Fr. 326 592.75.

Wir machen auf diesen Fonds ausdrücklich aufmerksam; er steht auch der elektrotechnischen Forschung zur Verfügung.

Arbeitszeitermittlungskurse. Das Betriebswissenschaftliche Institut wird diesen Winter wieder Arbeitszeitermittlungskurse mit Zeitstudien als Abendkurse durchführen, und zwar bei genügender Beteiligung (20 Personen) nicht nur in Zürich, sondern auch an anderen Industriezentren. Kursleiter: Ing. *A. Güttinger;* Dauer: 15 h, auf 8 Abende verteilt; Kursgeld: Fr. 15.— (Fr. 20.— für Nichtmitglieder). Anmeldung und Auskunft beim Betriebswissenschaftlichen Institut der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich, vor 15. Oktober.

Verband Schweiz. Elektroinstallationsfirmen (VSEI). Der Jahresbericht 1935 des VSEI ist als Sonderdruck beim VSEI, Walchestrasse 25, Zürich 1, erschienen. Er berichtet über die allgemeine Lage des Elektroinstallationsfaches, über die internen Verbandsverhältnisse und die Verbandstätigkeit.

[1]) Siehe pro 1934 Bull. SEV 1936, Nr. 19, S. 350.
[2]) Siehe: Moser, Geräuschuntersuchungen an elektrischen Maschinen. Bull. SEV 1935, Nrn. 12 und 20.

Associazione Elettrotechnica Italiana. Die XLI. Jahresversammlung der AEI findet vom 18. bis 24. Oktober in Rom statt. Adresse AEI, Via S. Paolo 10, Milano [2/2].

Die **26. Zagreber Mustermesse** findet vom 3. bis 12. Oktober d. J. statt. Tschechoslowakei, Deutschland, Frankreich u. a. Länder nehmen mit Kollektivausstellungen teil. Auf Kompensationstendenzen ist besonders Rücksicht genommen.

Freilicht-Filmvorführung auf dem Reichsparteitag Nürnberg. Während des diesjährigen Reichsparteitages in Nürnberg, anfangs September, wurden auf dem Freigelände neben der Zeppelinwiese vor 25 000 Personen Tonfilmvorführungen abgehalten. Die Projektionsdistanz betrug 70 m, die Bildfläche 120 m². Als Lichtquelle diente eine AEG-Bogenlampe, die bei 150 A 30 000 Lumen liefert. Der Projektor ist nur luftgekühlt, und zwar dadurch, dass die Hinterblende als leistungsfähiger Ventilator ausgeführt ist. Nur der Film wird im Bildfenster durch ein zusätzliches Elektrogebläse separat gekühlt. Angesichts der aussergewöhnlichen Raumverhältnisse bedeutet auch die Tonanlage (Klangfilm G. m. b. H.) eine besondere Leistung.

Literatur. — Bibliographie.

621.316.925 *Nr. 1220*

Die moderne Selektivschutztechnik und die Methoden zur Fehlerortung in Hochspannungsanlagen. Von *Manfred Schleicher*. 418 S., 16×23 cm, 320 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1936. Preis: geb. RM. 36.—.

Das Sondergebiet des Selektivschutzes hat insbesondere durch seine hohe technische und volkswirtschaftliche Bedeutung in den letzten Jahren auf der ganzen Welt an Raum gewonnen. Die fortschreitende planmässige theoretische und praktische Forschertätigkeit führte zu einer Entwicklung, die heute im Verein mit der hohen Stufe der Feinmechanik, trotz der grösseren Ausdehnung der Betriebe, die Energieversorgung zweifellos sicherer und zuverlässiger zu gestalten vermochte.

Namhafte Fachleute der Elektrotechnik haben im vorliegenden Buch in 10 Abschnitten die Schutzeinrichtungen elektrischer Hochspannungsanlagen auf Grund der neuesten technischen Fortschritte behandelt. Den Darlegungen über die Fehlerarten und die elektrischen Vorgänge in gestörten Netzen folgen ausführliche Abhandlungen über die messtechnischen Grundlagen der Schutztechnik und deren Schaltungen. Sodann werden die Organe der Selektivschutzeinrichtungen sowie Montage, Prüfung und Pflege von Schutzanlagen und deren Projektierung eingehend behandelt. Besondere Abschnitte sind der Fehlerortsbestimmung, der Fehlermeldung und Beseitigung gewidmet. Eine umfassende, gut geordnete Zusammenstellung der sehr umfangreichen neueren Literatur in Büchern und Aufsätzen bildet einen wertvollen Anhang des Werkes.

Der Verfasser des Buches hat ein ungemein weites Sondergebiet der Elektrotechnik in seinen wesentlichen Zusammenhängen zu erfassen gewusst und in der klaren zeichnerischen und mathematischen Sprache des Fachmannes zur Darstellung gebracht. Neben den Schutzorganen für Erd- und Kurzschlüsse interessieren besonders die Massnahmen gegen Stabilitätsstörungen der Netze, die gestatten, mittels Durchlaufsperren und Auftrenneinrichtungen einem wahllosen Zerfall eines Netzes vorzubeugen. Wertvoll ist ferner eine genaue und ausführliche Darlegung der Methoden der Fehlerortsbestimmungen auf Hochspannungsleitungen, was bei den erheblichen Teilstreckenlängen neuzeitlicher Höchstspannungsleitungen für die Betriebsführung von besonderer Bedeutung ist. Die verschiedenen hiefür heute zur Verfügung stehenden Messprinzipien mit ihren Fehler- und Einflussgrössen werden im vorliegenden Werk ausführlich und kritisch behandelt. Wertvoll ist eine anschliessende Darlegung der praktischen Fehlermeldung und Beseitigung, womit einer Kürzung der Störungszeiten zugestrebt werden kann. Für Betriebstechniker interessant erscheinen sodann Ausführungen über die Montage, die laufende Prüfung und Pflege der Schutzschaltungen, ein Kapitel, für das Elektrizitätsversorgungen oft leider nur ein mittelbares Verständnis aufbringen.

(Fortsetzung auf S. 587.)

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Août 1935	Août 1936
1.	Importations . . .	en 10^6 frs	96,0	87,9
	(janvier-août) . . .	en 10^6 frs	(828,2)	(725,1)
	Exportations . . .	en 10^6 frs	59,2	68,0
	(janvier-août) . . .	en 10^6 frs	(523,5)	(530,7)
2.	Marché du travail: demandes de places		66 656	79 281
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	129	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	91	93
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)	38 (76)	37,4 (75)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	5,85 (119)	5,88 (120)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .		350	214
	(janvier-août)		(3698)	(1930)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2,5	2,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation 10^6 frs		1283	1303
	Autres engagements à vue 10^6 frs		338	457
	Encaisse or et devises or 10^6 frs		1374	1499[1])
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . %		84,75	85,16
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		95	96
	Actions		104	109
	Actions industrielles . . .		174	177
8.	Faillites		95	84
	(janvier-août)		(647)	(696)
	Concordats		28	33
	(janvier-août)		(262)	(294)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		54,5	50,8
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 2e trimestre 1935	Pour le 2e trimestre 1936
	Marchandises	en 1000 frs	43 776	37 107
	(janvier-juin) . .	en 1000 frs	(82 858)	(72 137)
	Voyageurs	en 1000 frs	32 938	30 847
	(janvier-juin) . .	en 1000 frs	(59 901)	(56 812)

1) Selon toute probabilité, la nouvelle valeur comptable de l'encaisse-or après la dévaluation sera de 540 millions de frs. env. plus élevée (1 fr. = 215 mg d'or fin).

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Sept.	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	43/2/6	42/15/0	38/12/6
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	194/10/0	184/15/0	227/2/6
Zinc	Lst./1016 kg	14/0/0	13/8/9	15/10/0
Plomb	Lst./1016 kg	17/18/9	16/13/9	16/10/0
Fers profilés	fr. s./t	84.50	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	92.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	34.20	34.20	35.70
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	32.—	32.—	29.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	50.—	50.—	51.—
Briquettes (Union) .	fr. s./t	35.25	35.25	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	79.50	78.—	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	128.50
Caoutchouc brut . .	d/lb	7 11/16	7 5/8	5 7/16

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	E. W. Zürich		E. W. Aarau		Städt. W. Baden		E. W. Burgdorf	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie . kWh	291 379 200	294 657 200	46 412 010	44 306 720	20 189 600	20 410 000	139 745	351 000
2. Achat d'énergie . . . kWh	14 257 180	22 798 090	—	—	611 950	612 350	4 209 675	4 057 400
3. Energie distribuée . . kWh	287 773 076¹)	297 937 649¹)	46 412 010	44 306 720	18 288 413	18 375 564	3 911 258	3 917 342
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	— 3,5	+ 12	+ 4,7	—	— 0,5	—	— 1,79	+ 1,22
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	10 852 890	12 239 160	—	—	—	—	—	—
11. Charge maximum . . kW	73 000	76 000	9 940	9 620	4 430	4 250	960	990
12. Puissance installée totale kW	277 867	262 820	54 422	52 010	38 158	36 522	7 920	?
13. Lampes . . . . . . nombre	1 384 860	1 337 900	118 907	113 945	68 382	67 477	33 700	33 000
kW	70 391	68 000	4 685	4 450	4 057	3 983	1 687	1 650
14. Cuisinières . . . . . nombre	9 543	8 540	1 703	1 558	59	62	119	100
kW	?	?	8 866	7 925	448	488	704	600
15. Chauffe-eau . . . . nombre	24 464	23 100	2 246	2 016	1 531	1 467	603	559
kW	?	?	8 307	8 042	?	?	756	708
16. Moteurs industriels . nombre	26 224	24 703	5 460	5 124	4 541	4 088	1 150	?
kW	61 555	60 030	12 063	11 641	?	?	2 270	?
21. Nombre d'abonnements . . .	156 724	151 512	18 164	17 450	4 333	4 356	4 042	3 939
22. Recette moyenne par kWh cts.	8,08	8,14	4,09	4,25	6,58	6,77	11,77	12,31
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	—	—	—	3 000 000	—	—
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	95 817 936	94 343 199	5 197 000	5 567 000	3 973 310	1 171 161	181 466	275 299
35. Valeur comptable des inst. »	75 707 171	75 120 407	8 679 560	8 872 499	4 214 001	4 420 000	246 019	302 699
36. Portefeuille et participat. »	20 000 000	20 000 000	3 090 000	2 805 000	—	—	—	—
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	23 225 669	23 752 547	1 898 425	1 881 496	1 203 669	1 244 767	503 422	482 066
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	955 000	970 000	?	?	—	—	—	—
43. Autres recettes . . . . . »	2 248 669	2 313 988	29 360	31 431	74 006	62 541	—	23 805
44. Intérêts débiteurs . . . . »	4 567 249	4 477 551	282 447	301 090	170 346	185 578	6 991	11 283
45. Charges fiscales . . . . »	292 676	291 782	103 133	102 285	34 343	34 342	—	—
46. Frais d'administration . . »	2 164 749	1 908 693	271 919³)	270 688³)	126 060	121 620	48 422	48 515
47. Frais d'exploitation . . . »	4 054 221	4 049 925	289 579⁴)	262 448⁴)	412 655	373 870	22 055	33 048
48. Achats d'énergie . . . . »	3 267 187	3 347 912	—	—	64 602	56 815	139 196	140 411
49. Amortissements et réserves »	2 699 568	3 696 218	740 000	720 000	303 087	414 181	162 165	112 948
50. Dividende . . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En % . . . . %	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	5 754 492²)	6 514 079²)	290 000	290 000	146 000	120 000	124 690	84 760
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	128 503 689	125 627 528	15 533 060	15 375 999	9 360 541	9 263 453	2 405 708	2 347 797
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	52 796 518	50 507 121	6 853 500	6 503 500	5 146 540	4 843 453	2 153 732	2 025 098
63. Valeur comptable . . . . »	75 707 171	75 120 407	8 679 560	8 872 499	4 214 001	4 420 000	251 976	322 699
64. Soit en % des investissements	59	60	55,8	57,7	45	47,7	10,47	15,93

¹) Dont énergie de pompage 1934 21 876 900 kWh
1935 14 395 200 kWh

²) Plus amortis. réduits 1934 Fr. 1 525 326.— 1935 Fr. 2 512 550.— et livraisons gratuites 1934 Fr. 909 700.— (8 040 000 kWh). 1935 Fr. 986 363.— (8 717 619 kWh).

³) Y compris salaires pers. d'exploit.

⁴) Exclus salaires pers. d'exploit.

Das umfassende, interessante und vorzüglich ausgestattete Buch kann als eines der besten der einschlägigen Fachliteratur gelten und ist dem Theoretiker wie dem Projekt- und Betriebsingenieur vor allem zu empfehlen. *F. Hug.*

621.313.045 *Nr. 1277*

Wicklungen elektrischer Maschinen und ihre Herstellung. Von *F. Heiles.* 185 S., 16×24 cm, 221 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1936. Preis: brosch. RM. 13.80; geb. RM. 15.60.

Das vorliegende Buch gibt einen Ueberblick über sämtliche Wicklungen elektrischer Maschinen, sowohl bezüglich Schaltung als auch Herstellung und Prüfung. Da auf ein Eingehen auf die Schaltgesetze und die innern Zusammenhänge der verschiedenen Wicklungen verzichtet ist, werden die einzelnen Schaltungen vornehmlich nur beschrieben und für ihren Aufbau einige leichtverständliche Regeln angegeben. Für das tiefere Verständnis und die Kontrolle der aufgeführten Wicklungsgesetze wird schon im Vorwort auf die einschlägige Literatur verwiesen. Immerhin ist zu bedauern, dass der Begriff des Spannungssterns, mit dem schliesslich jede Wicklung auf einfachste Art untersucht werden kann, vom Verfasser nicht aufgenommen wurde; ebenso vermisst man den Wicklungsfaktor.

Sehr anschaulich und ausführlich ist dafür die technologische Seite der Wicklungen behandelt. Unterstützt durch zahlreiche Illustrationen gibt der Verfasser ein gutes Bild über die Herstellung der Wicklungselemente und den Auf- und Einbau derselben in der Maschine. In dieser Beziehung gibt das Buch eine erwünschte Zusammenfassung moderner Wicklungstechnik und es dürfte seinen Leserkreis finden, den es vornehmlich bei Elektrotechnikern sucht, welche die Wicklungen elektrischer Maschinen im wesentlichen von der praktischen Seite her kennen müssen. *E. Dünner.*

331(494) *Nr. 1286*

Berichte der Eidg. Fabrikinspektoren über ihre Amtstätigkeit im Jahre 1935, veröffentlicht vom *Eidg. Volkswirtschaftsdepartement.* 148 S., A5, 7 Fig. Preis Fr. 2.80. (Bei Bezug von mehreren Ex. Rabatt.) Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau. 1936.

Dieser Bericht, interessant wie alle vorhergehenden, enthält die Berichte der vier eidgenössischen Fabrikinspektoren (Kreis I: Lausanne, Kreis II: Aarau, Kreis III: Zürich, Kreis IV: St. Gallen). Den vier Einzelberichten sind angeschlossen kurze Berichte über die gewerbehygienischen Sammlungen in Lausanne und Zürich, wo die elektrische Beleuchtung in äusserst glücklicher Weise vertreten ist, sowie im Tabellenteil mit Uebersichten über die vier Teile zusammen.

Erfreulicherweise ist festzustellen, dass die Fabrikinspektoren der künstlichen Beleuchtung alle Aufmerksamkeit schenken. Der Fabrikinspektor III schreibt beispielsweise darüber: «Die Besserung der Beleuchtung macht langsame, aber stetige Fortschritte, vor allem natürlich in den neueingerichteten Betrieben, bei denen wir schon dafür sorgen, dass nicht alte unpraktische Beleuchtungskörper montiert werden. Die vor der Aufstellung der Maschinen vorgenommene Einrichtung einer Fabrikbeleuchtung, bei der nachher mit Schnüren die Lampen zurechtgezogen werden mussten, zeigt, dass man mit der Installation hätte zuwarten sollen bis nach definitiver Placierung der Maschinen. Zuerst ist die Maschine oder der Arbeitsplatz festzulegen, eventuell sogar die Art der Arbeit selbst zu bestimmen, bevor man sagen kann, wie man am günstigsten beleuchtet. Es kommt also nicht allein auf die Auswahl der Beleuchtungskörper, sondern auch auf deren richtige Anbringung an, denn die beste Lampe kann unzweckmässig oder schädlich wirken, wenn sie falsch montiert wird.» Dem Bau *und dem Unterhalt* der Fabrikbeleuchtungen kann in der Tat im Interesse der Arbeiter und der Arbeit nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Im Bericht des Fabrikinspektors II findet sich leider eine Kritik der Tarifpolitik der Elektrizitätswerke, die in ihrer allgemeinen Form nicht begründet ist und die vor allem nicht in eine amtliche Veröffentlichung gehört.

Die Abhandlung über «**Die heutige Gestaltung der Energiewirtschaft im Ausland und Rückschlüsse auf die schweizerischen Verhältnisse**» (erweitert und ergänzt nach dem Vortrag von *E. Steiner,* gehalten an der diesjährigen Generalversammlung des Schweiz. Energie-Konsumenten-Verbandes, siehe Nrn. 5, 6 und 7 des «Energie-Konsumenten» 1936) kann als Separatabdruck zum Preise von Fr. 1.50 bei der *Geschäftsstelle des EKV, Usteristrasse 14, Zürich,* bezogen werden.

Das **Schweizerische Telephon-Adressbuch**, Verlag *Hallwag A.-G.,* Bern, ist soeben in 25. Auflage erschienen. Der über 1300 Seiten starke Band enthält in seinem ersten Teil das Verzeichnis sämtlicher Telephonabonnenten der ganzen Schweiz. Das Nachschlagen wird durch ein klares Griffregister erleichtert. Im zweiten Teil finden sich die Stadtverzeichnisse der grösseren Gemeinden, gesondert aufgeführt, ebenfalls mit einem Griffregister. Weil nun bei jedem Ort zugleich auch angegeben wird, zu welchem Kanton, zu welcher Gemeinde er gehört, welches die nächste Bahnstation ist, hat das mit über 300 000 Eintragungen versehene Adressbuch auch den Charakter eines Ortsregisters, das wohl kaum eine einschlägige Frage unbeantwortet lässt. Ueberdies ist dem Werk eine Verkehrskarte beigegeben, die das Nachsuchen von Orten erleichtert. Preis Fr. 15.—.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

— — — — — — — — pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Conducteurs isolés.

A partir du 15 septembre 1936.

C. G. E. S. A. de Vente de la Compagnie Générale d'Electricité de Paris, Zurich (Repr. de la Compagnie Générale d'Electricité, Paris).

Fil distinctif de firme: blanc/vert torsadé.

Cordons ronds GR,
conducteurs flexibles, doubles à quintuples, 0,75 à 20 mm²
(§ 22 des normes de l'ASE pour conducteurs isolés).

Cordons à gaine de caoutchouc GDn,
conducteurs flexibles, doubles à quintuples, 0,75 à 2,5 mm²
(§ 23 des normes de l'ASE pour conducteurs isolés).

Coupe-circuit.

A partir du 15 septembre 1936.

AEG Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Zurich (Repr. de Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Fusibles Mignon 250 V.
Intensités nominales: 4 et 6 A.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 septembre 1936.

Bühler frères, Fabrique de machines, *Uzwil*.

Marque de fabrique: plaquette.

Aspirateur de poussière «Kobold», modèle B, 90 W, pour les tensions 110, 125, 145, 220 et 250 V.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Mardi, 22 septembre 1936, est décédé à Zurich à l'âge de 80 ans, après une courte maladie

Monsieur

D. Schindler-Huber, Dr h. c.

Membre honoraire de l'Association Suisse des Electriciens depuis 1931

Monsieur Schindler-Huber fut depuis 1894 administrateur, dès 1903 membre de la direction et de 1911 à 1935 directeur général et administrateur-délégué des Ateliers de Construction Oerlikon.

Jusqu'au dernier moment, il mit au service du pays sa belle intelligence, sa longue et riche expérience en matière d'économie publique, avec une conviction et une intrépidité dignes du plus grand respect.

Un article nécrologique suivra.

L'Association Suisse des Electriciens gardera du disparu un souvenir ému et reconnaissant.

Ordonnance du Département fédéral de l'économie publique, au sujet du coût de la vie.

Conformément à l'arrêté du Conseil fédéral du 28 septembre 1936 sur les mesures extraordinaires relatives au coût de la vie, le Département de l'économie publique a édicté le même jour une ordonnance dont voici le principal:

«A partir du 28 septembre 1936, il est interdit d'augmenter les prix de gros et de détail de toutes les catégories de marchandises, les tarifs des hôtels, *les tarifs de gaz et d'électricité*, les tarifs d'honoraires, ainsi que les loyers et fermages sans autorisation du Département de l'économie publique ou d'une autre instance désignée par le dit Département.»

Emprunt de la défense nationale.

En plus des différents appels parus dans la presse quotidienne, la Société Suisse de l'Industrie et du Commerce a invité ses sections à souscrire largement à cet emprunt si important pour notre défense nationale et, partant, pour l'existence-même de notre pays. Nous recommandons cet appel à la bienveillance de nos membres et les engageons vivement à soutenir cette œuvre nationale dans la mesure de leurs possibilités financières. L'industrie électrique au sens large du mot, en tant qu'industrie nationale par excellence, est particulièrement liée au sort du pays; dans les nombreux fonds qu'elle doit entretenir, elle a certainement mainte occasion de libérer les moyens nécessaires pour assurer à cette entreprise nationale un plein succès, si important pour le prestige de notre pays en général et de notre industrie en particulier. Répondez à notre appel et montrez que nos associations savent défendre les intérêts primordiaux de la nation.

Comité d'action de la KOK.

Dans sa 16e séance, le 15 septembre 1936, le comité d'action de la KOK a revu le nouveau projet de «statuts de la commission d'étude de l'ASE et de l'UCS pour les questions de haute tension», établi sur la base de la discussion lors de la 9e séance de la commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique (KOK). Le projet revu va être adressé à tous les membres de la KOK.

Commission de l'UCS pour les questions de personnel.

Cette commission s'est réunie à Berne le 18 août pour prendre connaissance du résultat de l'enquête de l'UCS sur les salaires en 1936. Elle examina en outre la question de la position des centrales en cas de nouveaux mouvements tendant à la baisse des salaires. Les centrales pour lesquelles ce problème pourrait devenir actuel sont priées de le faire savoir au secrétariat de l'UCS à l'usage de la commission pour les questions de personnel.

Défense aérienne.

Le Conseil fédéral a édicté une «*Ordonnance concernant l'alarme dans la défense aérienne*» (du 18 septembre 1936) que l'on peut obtenir au bureau des imprimés de la Chancellerie fédérale à Berne.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | Nº 21 | Vendredi, 16 Octobre 1936

L'introduction du système absolu des unités électriques.

Communication du *Bureau fédéral des Poids et Mesures*, à Berne.

621.317.081

Dans sa séance du 8 octobre 1935, le Comité international des Poids et Mesures a décidé de substituer dès le 1er janvier 1940 le système absolu des unités électriques au système international. Cette décision fait l'objet d'un commentaire, suivi d'un bref exposé du point de vue du Bureau fédéral des Poids et Mesures.

Am 8. Oktober 1935 fasste das Internationale Komitee für Mass und Gewicht den Beschluss, auf den 1. Januar 1940 die absoluten elektrischen Einheiten an Stelle der bisherigen sog. internationalen Einheiten einzuführen. Dieser Beschluss wird im folgenden kommentiert und es wird dazu kurz Stellung genommen.

(Traduction.)

La Conférence générale des Poids et Mesures, qui est l'organe exécutif de la Convention internationale du Mètre, a décidé en 1933, sur la proposition du Comité international des Poids et Mesures, de substituer le système absolu des unités électriques au système international en vigueur jusqu'alors. Elle a autorisé le Comité international des Poids et Mesures à fixer la date de mise en vigueur des nouvelles unités. Dans sa séance du 8 octobre 1935, ce Comité a voté la déclaration suivante:

1° Suivant l'autorité et la responsabilité qui lui ont été conférées par la Conférence générale des Poids et Mesures en 1933, le Comité international des Poids et Mesures a décidé que la substitution définitive du système absolu des unités électriques au système international aura lieu le 1er janvier 1940.

2° En collaboration avec les laboratoires nationaux de physique, le Comité s'occupe activement de l'établissement des rapports entre les unités internationales et les unités pratiques absolues correspondantes.

3° Le Comité signale qu'il n'est nullement nécessaire qu'aucun étalon électrique existant soit altéré ou modifié en vue de mettre sa grandeur propre en conformité avec les nouvelles unités. Pour la plupart des applications de l'art de l'ingénieur, les anciennes valeurs des étalons internationaux seront suffisamment voisines des nouvelles pour ne requérir aucun changement, même de nature numérique. Si, pour un but spécial quelconque, une précision plus haute est nécessaire, des coefficients numériques pourront toujours être appliqués.

4° Le tableau qui suit donne une liste provisoire des rapports entre les unités internationales et les unités pratiques absolues correspondantes, jusqu'aux quatrièmes décimales. En raison du fait qu'il existe entre les étalons des unités internationales conservées dans les divers laboratoires nationaux des écarts atteignant la cinquième décimale et, de plus, parce que tous les laboratoires ayant entrepris des déterminations des valeurs de leurs étalons en mesure absolue n'ont pas encore achevé les résultats définitifs de ces travaux, le Comité n'estime pas désirable de rechercher pour le moment une précision plus élevée. Toutefois il espère qu'il lui sera possible d'étendre le tableau de ces rapports jusqu'à la cinquième décimale près, bien avant la date fixée pour la substitution des unités du système pratique absolu au système international.

1 ampère	du syst. intern.	= 0,9999 ampère	du syst. absolu
1 coulomb	» » »	= 0,9999 coulomb	» » »
1 ohm	» » »	= 1,0005 ohm	» » »
1 volt	» » »	= 1,0004 volt	» » »
1 henry	» » »	= 1,0005 henry	» » »
1 farad	» » »	= 0,9995 farad	» » »
1 weber	» » »	= 1,0004 weber	» » »
1 watt	» » »	= 1,0003 watt	» » »

Les commentaires suivantes expliquent cette décision. Nous nous permettrons ensuite d'exposer brièvement notre point de vue à ce sujet.

Les unités «internationales» de l'ohm et de l'ampère utilisées actuellement dans la technique des mesures sont basées sur les décisions prises en 1893 au Congrès international de Chicago. Selon les déterminations absolues de l'ohm et de l'ampère considérées à cette époque comme les plus sûres, l'ohm a été défini par la résistance d'une colonne de mercure d'une section de 1 mm² et d'une longueur de 106,3 cm à 0° C, et l'ampère par le courant constant qui dépose 0,001118 g d'argent par seconde. De même, un étalon fut proposé pour la force électromotrice sous forme de l'élément de Clark auquel on donna une certaine valeur, sans penser que ces définitions arbitraires doivent être établies de façon que la Loi d'Ohm soit satisfaite, de sorte que la valeur de la troisième unité découle nécessairement des deux autres.

Lors de la Conférence internationale des unités et étalons électriques, Londres, 1908, les définitions des unités furent améliorées en tenant compte de l'expérience, ainsi l'ohm par l'indication de la masse de mercure. Pour satisfaire aux exigences devenues plus sévères, on ajouta deur zéros aux valeurs ci-dessus (106,3 cm et 0,001118 g) pour bien montrer que la précision devait atteindre $^1/_{100\,000}$. Ces définitions doivent toutefois être considérées comme arbitraires, car elles ne s'appuient pas sur des mesures effectuées en grandeur absolue.

A la Conférence de Londres et aux conférences précédentes, on était d'avis que les unités électriques fondamentales devaient être définies selon le système dit absolu (CGS), mais qu'il n'était pas recommandable de baser également les unités pratiques sur ce système, car la précision avec laquelle les unités absolues pouvaient être représentées à cette époque était sensiblement moindre que celle des unités empiriques et ne satisfaisait pas aux exigences de la technique des mesures. Les unités électriques adoptées par la législation suisse correspondent aux unités internationales définies à Londres.

Après avoir été interrompue par la guerre, la collaboration internationale fut reprise par la Conférence internationale du Comité Consultatif d'Electricité (CCE) à Paris, en 1928. La discussion porta principalement sur la question de savoir si les unités internationales empiriques utilisées jusqu'alors devaient être conservées, ou si l'on devait leur substituer les unités absolues. Malgré les progrès considérables qui avaient été faits depuis la Conférence de Londres, on décida d'attendre les résultats des nouvelles recherches, avant de changer les unités. Dans ce but et selon un plan élaboré par le Comité Consultatif, les laboratoires équipés à cet effet devaient déterminer avec toute la précision désirable les rapports entre les unités internationales et les unités absolues. Depuis lors, on a entrepris une série de nouvelles déterminations absolues de l'ohm et de l'ampère. Quoique les résultats de ces mesures ne puissent pas encore être considérés comme définitifs, du fait que la concordance désirée jusqu'à la cinquième décimale n'a pas encore pu être obtenue, le Comité international des Poids et Mesures fut d'avis que les décisions mentionnées au début de cette communication étaient indiquées, probablement parce qu'il s'était rendu compte qu'une décision rapide était nécessaire, vu l'opposition assez forte qui se manifestait dans les milieux de l'électrotechnique au sujet de l'introduction des unités absolues. Le tableau comparatif montre que les différences entre unités internationales et absolues sont précisément les plus grandes (environ $^1/_2$ ‰) pour l'unité qui peut être reproduite et mesurée avec la précision la plus grande, c'est-à-dire l'ohm. Tandis que le passage aux unités absolues est possible sans difficultés pour l'ampère et le volt, car la sensibilité des ampèremètres et des voltmètres est généralement beaucoup plus faible que la grandeur de la modification nécessaire (il suffirait de changer la désignation des étalons), ceci n'est pas le cas pour les résistances, les capacités et les self-inductances, quoi qu'en dise l'article 3 de la déclaration du Comité. Les résistances de précision, les compensateurs, etc., sont généralement étalonnés avec une précision de 0,2 ‰, de sorte qu'ils peuvent être considérés comme absolument précis pour la plupart des applications. Si l'unité était modifiée de 0,5 ‰, cela ne serait plus le cas et l'on devrait tenir compte des corrections. En outre, des erreurs pourraient facilement se produire, du fait qu'il existerait simultanément des résistances étalonnées selon les unités internationales et selon les unités absolues. On comprend que, vu la grande somme d'argent et de travail investie dans ces résistances, etc., il s'élève des protestations contre la modification projetée, surtout dans les milieux de l'électrotechnique.

On sait que l'Assemblée Plénière de la Commission Electrotechnique internationale de Schévéningue et Bruxelles en juin 1935 a adopté le système d'unités établi par M. le Prof. Giorgi (système MKS) [1]). Ce système est basé sur les unités internationales du mètre, du kilogramme, de la seconde, ainsi que sur une unité électromagnétique que l'on doit encore choisir (ohm, volt, coulomb, ampère, farad, joule, watt ou weber), ce qui le distingue du système CGS électromagnétique pratique ($\mu_0 = 1$).

Au sujet du choix de cette quatrième unité, on décida de demander l'avis du Comité Consultatif d'Electricité, ainsi que celui du Comité des Symboles (Comité SUN de l'Union internationale de Physique pure et appliquée).

Le Comité Consultatif d'Electricité a décidé par 4 voix contre 3 de recommander l'ohm comme quatrième unité.

Les opinions sont donc partagées. En effet, tandis que les uns pensent que les unités pratiques doivent être amenées à correspondre aussi exactement que possible avec leur définition en substituant les unités absolues aux unités internationales, comme le propose le Comité international des Poids et Mesures, des savants bien connus appuient une proposition du Prof. Giorgi (indépendante du *principe* du système Giorgi), selon laquelle il faut choisir la valeur de la quatrième unité (donc l'ohm) aussi égale que possible à celle de l'ohm international actuel. On éviterait ainsi tous les inconvénients déjà mentionnés, qui résulteraient d'une modification de l'unité de résistance. En abaissant la valeur inter-

[1]) Un aperçu général sur le système Giorgi paraîtra dans un prochain numéro du Bulletin.

nationale actuelle de l'ampère et celle du volt de $^{15}/_{100\,000}$, ce qui serait possible sans difficulté, le watt électrique correspondrait presque parfaitement au watt mécanique *défini* par m, kg, s.

Pour preuve, Giorgi indique que la précision des mesures relatives de la résistance est d'environ 1 à 2 décimales plus grande que celle que l'on peut obtenir par les mesures absolues, de sorte que l'unité arbitraire peut être réalisée avec une précision beaucoup plus grande que celle déduite des mesures absolues, ce qui restera probablement toujours le cas à l'avenir également.

On objecte qu'en conservant et en complétant dans le sens ci-dessus les unités internationales en vigueur jusqu'ici, celles-ci ne seraient plus des multiples entiers des unités définies et que l'on trahirait la pensée que les unités électriques fondamentales sont définies selon le système absolu de mesure. Giorgi réplique que le kg ne correspond également plus à sa définition primitive de masse de 1 dm³ d'eau à 4° C et que personne ne songe pourtant à modifier le kg. Il suffirait d'ailleurs de déterminer de temps à autre les relations entre les unités absolues et les unités internationales, de façon que les unités arbitraires soient liées au système absolu et que le rapport avec les unités fondamentales soit maintenu.

Ces deux opinions sont naturellement fort différentes.

Une chose est certaine: On ne peut concilier l'excellente idée des unités absolues (c'est-à-dire le désir d'obtenir un rapport aussi étroit que possible et basé sur un minimum de définitions arbitraires avec le système cm, g, s, ou avec le système m, kg, s, ce qui revient au même) avec l'intention d'éviter l'écart de 0,5 ‰ pour la valeur de l'ohm, que si l'on abandonne l'exigence que l'ohm soit un multiple décimal *exact* de l'unité CGS, tel qu'il est compris généralement dans la notion d'«absolu». Cette solution n'a pas encore été considérée jusqu'ici [2]).

Tel est en grandes lignes l'état actuel de la question. Les lecteurs qui s'intéresseraient à d'autres détails pourront consulter les Procès-Verbaux, tome XVII, 1935, du Comité international des Poids et Mesures, ainsi que l'article de Steinwehr «L'historique du développement des unités électriques», Zeitschrift für Instrumentenkunde 1930, p. 19. Les décisions prises à ce sujet par le Comité international des Poids et Mesures étant obligatoires pour les états ayant adhéré à la Convention du Mètre, selon l'autorisation accordée par la Conférence générale de 1933, la Suisse doit également s'occuper de cette question. Pour la Suisse et pour la plupart des états adhérants à la Convention du Mètre, il serait de toute importance que les travaux soient poussés suffisamment pour que le Bureau international des Poids et Mesures puisse adresser aux adhérents des copies de l'unité de l'ohm sous la forme de résistances métalliques, ainsi que de l'unité de volt sous la forme d'éléments normaux, comme ce fut le cas pour le mètre et le kilogramme. Si cela avait lieu pour l'ohm en se rattachant autant que possible à la valeur internationale, cela éviterait aux instituts intéressés un très grand travail parfaitement inutile au point de vue scientifique.

[2]) Voir dans un prochain numéro l'article concernant «Un système pratique absolu, qui permet de passer sans difficulté des unités internationales actuelles aux unités absolues».

La consommation et la dépense en énergie du grand restaurant électrifié „Kunsthaus", à Lucerne.

Par *A. Härry*, Zurich.

621.311.152 : 725.71

La direction du Restaurant «Kunsthaus» à Lucerne a noté soigneusement pendant 22 mois les recettes journalières provenant de la vente de mets chauds, les relevés des compteurs et les factures d'électricité, indications qu'elle a mises à disposition de l'auteur pour cette étude. Ces informations ont permis de mettre en rapport la consommation et le coût de l'électricité avec les recettes de la «cuisine chaude». En effet, le coût de l'électricité pour la cuisine et l'eau chaude varie entre 8,1 % et 2,9 % des recettes de la «cuisine chaude». Il s'élève en moyenne à 4,70 %, soit 3,55 % des recettes totales de la cuisine «chaude» et «froide». L'article contient des chiffres sur la consommation d'énergie et le coût des autres applications de l'électricité dans ce grand restaurant.

Die Leitung des Restaurants «Kunsthaus» in Luzern machte während 22 Monaten sorgfältige Zusammenstellungen der täglichen Einnahmen aus warmer Küche, der Zählerablesungen und der Elektrizitätsrechnungen und stellte sie dem Autor zwecks Verarbeitung zur Verfügung. Dieses Material erlaubte, den Elektrizitätsverbrauch und die Elektrizitätskosten in Verbindung mit den Einnahmen aus «warmer Küche» zu bringen. Es zeigte sich, dass die Elektrizitätskosten für die Küche und die Heisswasserbereitung schwanken zwischen 8,1 % und 2,9 % der Einnahmen aus «warmer Küche». Im Mittel betragen sie 4,70 % und 3,55 % der Einnahmen aus «warmer» und «kalter» Küche. Der Artikel enthält auch Zahlen für Energie-Verbrauch und -Kosten der anderen Elektrizitätsanwendungen in diesem Gross-Restaurant.

(Traduction.)

Il est plus difficile pour une exploitation de restaurant d'établir les relations entre la consommation d'énergie et la production que pour des établissements qui préparent l'alimentation complète sur la base d'un schéma plus ou moins fixe, et pour lesquels la consommation d'énergie pour la cuisson et la production de l'eau chaude peut être rapportée aux journées (consommation moyenne par jour), et où l'on peut séparer et classifier en groupes distincts les divers services que comporte l'exploitation.

Pour un restaurant, les conditions sont beaucoup plus compliquées. On n'y sert pas des repas fixes, mais bien plutôt des plats à la carte ou des menus variés, souvent aussi du café, du lait, du thé, etc., seulement. — Et encore existe-t-il entre les divers

restaurants des différences très sensibles en ce qui concerne la qualité des mets et la façon de les apprêter. Il est clair qu'un établissement qui débite surtout du café, etc., travaille dans de toutes autres conditions qu'un restaurant qui sert des repas.

On s'est contenté jusqu'ici, pour l'établissement de chiffres de consommation dans le cas de restaurants, de rapporter la consommation d'énergie au nombre de «portions» servies, terme dans lequel on faisait rentrer aussi bien les menus complets que les plats individuels. Mais il en résulte le gros inconvénient que la notion de «portion» implique des capacités de cuisson fort dissemblables, et qu'elle ne permet pas de prendre en considération les thés, cafés, soupes, saucisses et autres petits plats chauds servis individuellement.

Cet inconvénient peut être éliminé en rapportant la consommation d'énergie aux *recettes provenant des aliments servis chauds*. Ces recettes sont en effet le produit de la quantité des mets apprêtés par cuisson, par le prix de vente de l'unité de ces aliments. Plus cette quantité sera grande, plus aussi l'énergie consommée sera élevée. Un prix de vente plus élevé signifie de même une qualité meilleure, et par suite une consommation d'énergie supérieure. Si l'on calcule les dépenses en énergie sur la base des tarifs appliqués, il devient alors aussi possible d'établir quel est le pourcentage du coût de l'énergie qui affecte les recettes provenant de la vente d'aliments chauds, pourcentage qui joue un rôle primordial dans la comparaison avec d'autres agents de chaleur pour la cuisson.

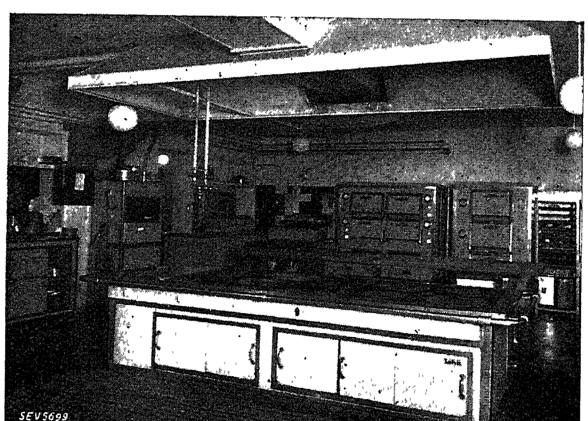


Fig. 1.
Cuisinière et fours dans la cuisine du restaurant «Kunsthaus», à Lucerne.

Ce procédé implique cependant un certain inconvénient, en ce sens qu'il ne tient pas compte des aliments servis froids, bien que dans la plupart des restaurants, ces aliments froids aient été soumis à une cuisson préalable dans leur propre cuisine. Les pourcentages calculés de la dépense en énergie affectant les recettes provenant de la vente d'aliments chauds seront ainsi toujours un peu trop élevés.

La direction du *Restaurant Kunsthaus, à Lucerne*, a bien voulu accepter, dès octobre 1934, de relever journellement les recettes provenant de la vente d'aliments chauds, ainsi que la consommation d'énergie pour la cuisson, la lumière et la force motrice, chiffres qu'elle a bien voulu mettre à notre disposition. Toutes les autres informations utiles nous ont été données très aimablement, et nous tenons ici à remercier sincèrement M. le Dr Richli et son secrétaire de leur obligeante et méritoire collaboration.

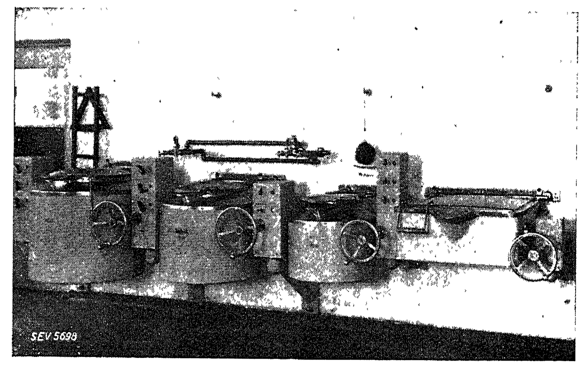


Fig. 2.
Marmites à bascule dans la cuisine du restaurant «Kunsthaus», à Lucerne.

La cuisine du restaurant Kunsthaus (fig. 1 et 2), est aménagée en sous-sol du restaurant. L'exploitation dispose des *raccordements électriques* suivants:

	kW
1° Cuisine.	
1 cuisinière électrique	43,0
1 grill électrique	8,0
1 armoire-réchaud	3,5
1 four	22,0
1 four	21,0
1 bain-marie	7,0
1 bain-marie	14,0
1 casserole	7,5
1 marmite basculante	4,8
1 marmite basculante	8,0
1 marmite basculante	13,0
2° Restaurant.	
1 armoire-réchaud	4,5
1 armoire-réchaud à l'office	7,3
1 machine à relaver les assiettes	12,0
1 machine à faire le café	17,0
3° Salle.	
1 armoire-réchaud	10,0
Total	207,6

Ces *207,6 kW* sont raccordés au compteur *cuisson.*

1 chauffe-eau à accumulation	12,0

Ces *12 kW* sont raccordés au compteur *chauffe-eau.*

	kW
6 ventilateurs, pour glacière, cave cuisine, restaurant, machine à relaver les assiettes	1,220
1 machine à glaces	0,400
1 glacière	2,560
1 machine de cuisine	2,160
1 machine à peler les pommes de terre	0,600
1 machine à relaver les assiettes	2,160
4 monte-plats	1,760
5 transformateurs de commande	0,770
Total	11,630

Ces *11,630 kW* sont raccordés au compteur *force motrice.*

28 lampes de 40 W	
27 » » 60 »	
25 » » 75 »	
26 » » 100 »	
2 » » 150 »	
Total	7,515
1 caisse-enregistreuse	0,280
1 redresseur pour le haut-parleur	0,035
1 cireuse électrique	0,740
Total	8,570

Ces *8,570 kW* sont raccordés au compteur *lumière.*

Récapitulation des puissances installées:

Cuisson	207,600
Eau chaude	12,000
Force motrice	11,630
Eclairage	8,570
Total général	239,800

A l'aide des tableaux journaliers des recettes provenant de la vente d'aliments chauds, des relevés des compteurs, des factures de la Centrale, et des autres données fournies, nous avons pu établir les constatations suivantes:

1° *Cuisson et production d'eau chaude pour la cuisine.*

Nous avons établi mensuellement les recettes provenant de la vente d'aliments chauds (en francs) ainsi que la dépense d'énergie pour la cuisson et la production d'eau chaude (en kWh) et rapporté cette dernière à fr. 100.— de recettes (fig. 3). Les recettes provenant des cafés, thés, etc., s'élevant à 19,3 % des recettes totales de la vente d'aliments chauds, ne sont comptées qu'à raison des ²/₃ de la valeur réelle.

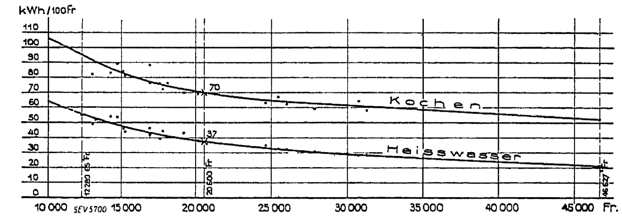


Fig. 3.

Relation entre les recettes mensuelles de la «cuisine chaude» et la consommation spécifique d'énergie (kWh par fr. 100.— de recettes) pour la cuisine (courbe supérieure) et l'eau chaude (courbe inférieure) dans la cuisine électrique du restaurant «Kunsthaus» à Lucerne (1er octobre 1934 au 31 juillet 1936). En traits interrompus, les valeurs minimum, moyenne et maximum des recettes mensuelles.

La courbe tracée, en l'égalisant, le long des points calculés montre bien qu'il existe entre les recettes dues à la vente d'aliments chauds et la consommation d'énergie pour la cuisson et l'eau chaude, une relation étroite, comme on le présumait: cette courbe ne présente pas d'écarts sensibles, et certains mois accusent entre recettes et consommation un rapport presque identique (tableau I).

Tableau I.

	Recettes fr.	Consommation d'énergie de cuisson kWh totaux	par 100 fr. de recettes (kWh)
Novembre 1934	18 160	13 680	76
Avril 1936	18 164	13 760	76

En vue d'obtenir des chiffres se rapportant à des recettes inférieures à fr. 10 000.— par mois, nous avons réparti par le calcul sur un mois entier 15 jours du mois le plus défavorable, et les avons portés en pointillés dans la figure.

La cuisine fournit aussi la nourriture à la famille du propriétaire et aux employés, soit à 45 personnes au moins. La contre-valeur des aliments chauds faisant partie de cette nourriture, soit au moins fr. 81.— par jour ou fr. 2464.— par mois, n'est *pas* comprise dans les recettes mensuelles.

Les écarts sont plus considérables en comparant l'*allure journalière*, ce qui provient en partie du fait que certains aliments doivent être cuits préalablement pour les jours qui suivent. C'est pourquoi nous ne considérerons que les moyennes mensuelles.

La courbe montre que la *consommation spécifique d'énergie* (kWh par fr. 100.— de recettes) devient d'autant plus faible que la vente d'aliments chauds augmente. Pour une vente réduite, elle augmente proportionnellement plus fort. Cela est dû entre autre à l'influence de la nourriture préparée pour le personnel et la famille.

A l'aide de la courbe égalisée, on peut déduire les consommations moyennes pour cuisson et eau chaude pour différents chiffres de recettes. Si l'on fait intervenir encore la dépense totale d'énergie, on pourra établir le pourcentage de la dépense en énergie affectant les recettes. C'est ainsi que le tableau II fait ressortir, pour des recettes dues à la vente d'aliments chauds de fr. 10 000.— et au-dessus, la consommation d'énergie en kWh par fr. 100.— de recettes:

Recettes mensuelles de la vente d'aliments chauds, et consommation d'énergie pour la cuisson et l'eau chaude par fr. 100.— de recettes.

Tableau II.

Recettes mensuelles fr.	Consommation d'énergie de kWh par 100 fr. de recettes pour la cuisson	pour l'eau chaude
10 000	106,0	64,5
15 000	83,5	48,0
20 000	70,5	38,0
25 000	64,5	33,0
30 000	61,5	29,0
35 000	58,5	26,2
40 000	56,0	24,0
45 000	53,0	21,8
Moyenne 20 600	70,0	37,0

Le tableau III indique, pour différents *prix usuels de l'énergie* le pourcentage des dépenses pour la cuisson et l'eau chaude affectant les recettes mensuelles de la vente d'aliments chauds, en moyenne, au minimum, et au maximum.

Tableau III.

Recettes	Coût de l'énergie en % des recettes, pour différents prix de l'énergie: Cuisson cts./kWh			Production d'eau chaude cts./kWh		
	4	5	6	2	3	4
fr.	%	%	%	%	%	%
10 000	4,24	5,30	6,36	1,29	1,93	2,66
20 600	2,80	3,50	4,20	0,74	1,12	1,48
45 000	2,12	2,65	3,18	0,43	0,65	0,82

Dans les chiffres de consommation pour la cuisson est comprise la dépense d'énergie des deux *bain-marie*, à savoir 21 kWh par jour, et celle de la machine à relaver les assiettes évaluée à 40 kWh par jour, ce qui donne pour 22 mois 40 870 kWh, ou 13 % de la consommation réelle de cuisson, qui s'élève à 321 180 kWh.

2° *Force motrice.*

Le raccordement au compteur force motrice comporte 11,63 kW au total. La consommation des 22

mois a atteint 30 848 kWh, soit en moyenne 1402 kWh par mois, et 6,8 kWh par fr. 100.— de recettes. La moyenne mensuelle a varié entre 4,9 et 9,5 kWh par fr. 100.— de recettes. Les besoins de force motrice sont également dépendants du chiffre de vente en aliments chauds; on relève ici aussi une diminution relative de la consommation lorsque le débit de la cuisine croît.

3° Lumière.

8,570 kW sont raccordés au compteur lumière, desquels 7,515 kW se rapportent à des lampes. La consommation de 22 mois a atteint 23 947 kWh, soit une moyenne de 1088 kWh par mois. La dépense en lumière dépend non-seulement de la vente, mais fortement aussi de la saison.

Consommation et dépense en énergie pour le cas du Restaurant Kunsthaus à Lucerne.

Nous résumons dans ce qui suit les résultats des relevés effectués au Restaurant Kunsthaus à Lucerne, et indiquons en outre, sur la base des tarifs en vigueur, le coût de l'énergie utilisée:

a) Tarif pour la cuisine.

		cts/kWh
Hiver (octobre à mars)		
	les premiers 1000 kWh	7,25
	les kWh suivants	6,25
Eté (avril à septembre)		
	les premiers 1000 kWh	5,20
	les kWh suivants	4,16

b) Tarif pour la force motrice.

Pour toute l'année 15,00
pour une consommation d'énergie effective correspondant à une durée d'utilisation annuelle de 1000 h. de la puissance installée.
Pour la consommation dépassant cette durée d'utilisation 10,00
Rabais pour un montant de la facture annuelle d'au moins
fr. 4 001.— jusqu'à fr. 8 000.— = 2 %
» 8 001.— » » 12 000.— = 3 %
» 12 001.— » » 16 000.— = 4 %, etc.

c) Tarif pour chauffe-eau à accumulation.

		cts/kWh
Hiver (octobre à mars)		
	de 10 à 6 heures	3,0
	de 6 à 10 heures	6,25
Eté (avril à septembre)		
	de 10 à 6 heures	2,0
	de 6 à 10 heures	4,25

Consommation et dépense d'énergie
(du 1er octobre 1934 au 31 juillet 1936, soit 22 mois, ou 670 jours).

Tableau IV.

	Puissance raccordée kW	Consomm. d'énergie kWh	Dépense fr.	Moyenne cts./kWh
Cuisson	207 600	321 180	16 051.—	5,0
Eau chaude	12 000	169 867	5 444.—	3,2
Force motrice	11 630	30 877	4 368.—	14,1
Lumière	8 370	23 982	8 888.—	42,4
Location compt.			171.60	
Total	239 600	545 906	35 922.—	6,6

La consommation *annuelle* s'élève à 297 140 kWh, et la dépense correspondante à fr. 19 600.—.
La consommation *mensuelle* moyenne s'élève à 20 200 kWh, et la dépense correspondante à fr. 1640.—.

Pour la *cuisson et la production d'eau chaude*, le tableau V indique les chiffres moyens rapportés aux recettes de la vente d'aliments chauds:

Tableau V.

	Par 100 fr. de recettes mensuelles	
	Cons. d'énergie en kWh	Coût de l'énergie en fr.
Cuisson	70,0	3,5
Productiou d'eau chaude	37,0	1,2
Total	107,0	4,7 fr. = 4,7 %

Les recettes provenant de la vente d'aliments chauds ont varié mensuellement entre fr. 12 281.— (janvier 1935) et fr. 46 627.— (août 1935). La dépense en énergie pour cuisson et eau chaude, exprimée en % des recettes dues à la vente d'aliments chauds, ont oscillé entre 8,1 % et 2,90 %.

Les recettes provenant de la vente d'*aliments froids* ont atteint pour les 22 mois fr. 148 473.— au total et les recettes totales de la vente d'aliments a ainsi atteint *fr. 604 376.—*. La dépense en énergie pour la cuisson et l'eau chaude, exprimée en % des *recettes totales de cuisine* s'élève en moyenne à 3,55 %. Les *recettes totales* de l'ensemble des services du restaurant ont atteint environ 1,2 millions de francs.

Il s'agit, dans le cas du restaurant Kunsthaus à Lucerne d'un établissement connu par la bonne qualité des mets, et par ses prix raisonnables (dîners à fr. 4.—, 3.— et 2.50 avec dessert; grand choix de plats individuels). L'exploitation dépend fortement du tourisme, de sorte que le chiffre d'affaire accuse de fortes variations. C'est ainsi p. ex. que la recette pour mets chauds du 24 février 1934 a atteint fr. 4093.—, ce qui correspondrait à une recette mensuelle de plus de fr. 120 000.—. Mais cette recette mensuelle peut descendre jusqu'à fr. 10 000.—. Ces chiffres témoignent de la capacité extraordinaire de production et d'adaptation de cette installation électrique de cuisson.

Dans les comparaisons avec des cuisines qui utilisent d'autres agents de chaleur (charbon, gaz, mazout, etc.), il faut considérer que, outre les consommations d'énergie, resp. de combustibles, d'autres facteurs ont encore à intervenir dans les calculs économiques. De plus, ce ne sont que des exploitations de grandeur analogue, de même caractère, de même capacité et agencement qui peuvent être comparées. La cuisine du restaurant Kunsthaus à Lucerne possède, en dehors de la cuisinière électrique, divers appareils accessoires dont la consommation est comprise dans les chiffres donnés. Il faut relever notamment les bains-marie électriques, la machine à relaver les assiettes et les diverses armoires-réchauds, qui influencent fortement la consommation. Le supplément de consommation s'équilibre par les dépenses moindres pour les salaires.

Nous nous efforcerons d'obtenir encore d'autres données de cuisines de restaurants différentes de celle décrite ici, afin d'approfondir et de compléter nos recherches dans cet intéressant domaine.

Stehende und fortschreitende Wellen auf Antennen.*)

Von *E. Metzler*, Bern.

621.396.671

Der Stromverlauf Fuss- und Mitte-gespeister Antennen wird durch fortschreitende und stehende Wellen dargestellt. Aus der Bedeutung der fortschreitenden Welle für den Strom im Speisepunkt wird ein Rückschluss auf den Phasenverlauf von Strom und Spannung auf der Antenne gezogen. Aus dem Stromverlauf für die Fuss- und Mitte-gespeiste Antenne werden die Feldstärke-Vertikaldiagramme abgeleitet, 2 Beispiele praktisch durchgerechnet und die Resultate mit den nach der üblichen Methode erhaltenen verglichen. Der komplexen Zusammensetzung des Antennenstromes entspricht eine ebensolche des Feldes, was sich augenfällig durch das Fehlen des Nullwinkels (beim Phasenwechsel) für überhöhte Antennen zeigt.

Le courant circulant dans les antennes alimentées à la base et au milieu est composé d'ondes progressantes et d'ondes stationnaires. D'après les conditions créées par l'onde progressante pour le courant au point d'alimentation, on peut déterminer la phase et l'intensité du courant dans l'antenne. De la répartition du courant dans les antennes alimentées à la base ou au milieu, l'auteur déduit le diagramme vertical de l'intensité de champ, calcule deux exemples pratiques et compare les résultats avec ceux obtenus par la méthode usuelle. A la structure complexe du courant dans l'antenne correspond une structure également complexe du champ, ce qui se traduit par l'absence de l'angle avec rayonnement nul (lors du changement de phase) pour les antennes surélevées.

Zur Erzielung günstiger Strahlungsverhältnisse muss die Verteilung des Stromes auf der Antenne nach Amplitude und Phase bekannt sein. Dies ist im Grunde gleichbedeutend mit der Kenntnis der *Antennenimpedanz* über die ganze Antennenlänge, wobei deren reelle Komponente im Speisepunkt den *Strahlungswiderstand* darstellt. Der Strahlungswiderstand war bereits Gegenstand vieler Untersuchungen, als die drahtlose Technik noch in den Anfängen stand (Abraham, Rüdenberg, Zennek, v. d. Pol u. a.). Seither haben verschiedene Autoren sich mit dessen Berechnung unter vereinfachenden Annahmen befasst. Zur Berechnung der Impedanz kann nach verschiedenen Methoden vorgegangen werden. So ergeben sich beispielsweise aus dem Linienintegral $\int \mathfrak{E}_z(z)\, i(z)\, dz$ die Komponenten der Antennenimpedanz aus der mit dem Strom in Phase befindlichen, bzw. um 90° verschobenen Oberflächenfeldstärke $\mathfrak{E}_z$ [1]). Dabei ist für den Strom meist sinusförmige Verteilung über die Antenne angenommen. Besonders für Antennenlängen, welche über die Halbwelle hinausgehen, ist die Annahme sinusförmiger Stromverteilung wegen des im sog. Knoten fliessenden Stromes unzulässig.

Im folgenden soll versucht werden, in Analogie zur offenen Leitung eine physikalisch übersichtliche Darstellung des *Stromverlaufes* auf einer Antenne zu geben. Obwohl zur Vereinfachung einige Einschränkungen nötig sind, glauben wir, dass im ganzen doch ein gutes Bild der grundsätzlichen Verhältnisse gewonnen werden kann. Der Vergleich von Antenne und offener, homogener Zweidrahtleitung ist deshalb nicht ganz korrekt, weil in der für die Leitung gültigen Telegraphengleichung der Drahtabstand klein angenommen ist, während bei der Antenne durch Strahlungsinduzierung [2]) jedes Leiterelement zusätzliche Blind- und Wirkwiderstände in die ganze Leiterlänge hinein induziert. Sodann ist die Auffassung der Antenne als homogene Leitung nicht absolut zulässig, indem ihre Parameter stetig veränderlich sind und somit auch der Wellenwiderstand. Für die nachfolgenden Ueberlegungen ist indessen ein mittlerer Wellenwiderstand angenommen und die Längen werden mit dem der kleineren (fiktiven) Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf der Antenne entsprechenden Maßstab gemessen.

Wie sich später zeigt, ist das *elektrische Spiegelbild* der Antenne an der Erdoberfläche mitbestimmend für die Stromverteilung auf Mitte-gespeisten Antennen. Die Erdoberfläche wird im folgenden als vollkommen leitend angesehen, eine Annahme, die in der Praxis für die engere Umgebung der Antenne durch die meist dichtangelegten Erdnetze genügend realisiert ist.

Für die am Ende offene Leitung erhält man, wenn die Zählung vom freien Ende aus erfolgt,

für die Spannung $\mathfrak{v}_x = \mathfrak{v}_e \dfrac{e^{\gamma x} + e^{-\gamma x}}{2}$

und für den Strom $\mathfrak{i}_x = \dfrac{\mathfrak{v}_e}{\mathfrak{Z}} \dfrac{e^{\gamma x} - e^{-\gamma x}}{2}$

wo $\mathfrak{v}_e$ = Spannung am offenen Ende,
$\gamma = \beta + j\alpha$ Fortpflanzungskonstante,
$\mathfrak{Z}$ = Wellenwiderstand.

In reeller Schreibweise wird der Strom für Sinuswellen

$$i_x = I\left[e^{\beta x}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{-\beta x}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right] \quad (1)$$

Dieser Ausdruck ergibt durch Zusammenfassen zwei räumlich und zeitlich um 90° verschobene stehende Wellen [3]).

$$i_x = 2I\left[\mathfrak{Sin}\,\beta x \cos\frac{2\pi x}{\lambda}\sin\omega t + \mathfrak{Cos}\,\beta x \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\omega t\right]$$

Die Analogie zur Leitung verlangt nun für richtigen Abschluss rein fortschreitende Wellen, d. h.

---

*) La traduction française de cette étude paraîtra au Bulletin Technique de l'Administration des Télégraphes et des Téléphones Suisses 1936, No. 5.

[1]) J. Labus, Z. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik Bd. 41 (1933), S. 27.

[2]) H. Schmidt, Diss. Z. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik Bd. 40 (1932), S. 158.

[3]) W. Berndt u. A. Gothe, Telefunkenztg. Nr. 72, S. 8. (In dieser Arbeit sind irrtümlicherweise die Phasenvorzeichen vertauscht, so dass die beiden Wellen durch das Minuszeichen verbunden sind.)

im vorliegenden Fall: Auch die Speisung der Antenne erfolgt durch eine *fortschreitende Welle*. Dies ist selbstverständlich, da ja die abgestimmte Antenne im Speisepunkt rein ohmschen Widerstand zeigen muss, auf welchen der Ausgang des Senders anzupassen ist.

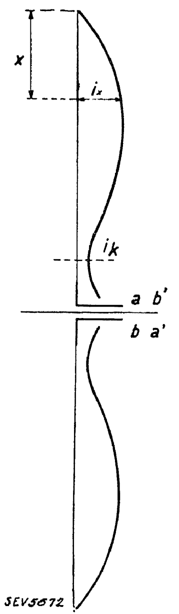


Fig. 1.
Unten gespeiste, durch eine gespreizte Doppelleitung dargestellte Antenne.

Da hier angenommen wird, dass die (Strahlungs-)Dämpfung gleichmässig über die Länge der Antenne verteilt ist (konstantes β), kann man die offene Leitung ersetzen durch eine solche ohne Eigendämpfung, abgeschlossen mit einem ohmschen Widerstand, welcher dem Strahlungswiderstand der Antenne im Speisepunkt entspricht. Dieser Ersatz erfüllt wohl die Bedingungen im Speisepunkt; für die offene endlich lange Leitung ist aber, um die Randbedingung ($x = 0$, $i = 0$) zu erfüllen, eine *stehende Welle* nötig, die im Speisepunkt durch 0 geht oder in bezug auf die fortschreitende Welle keine Blindkomponente hat.

Der Strom auf der Antenne lässt sich nun auf einfache Weise in die verlangte fortschreitende und stehende Komponente spalten; indem man ansetzt

$$i_x = I_{1x} \sin \omega t \cos \frac{2\pi x}{\lambda} - I_{2x} \sin \left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$= I \left[e^{\beta x} \sin \left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{-\beta x} \sin \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right]$$

wird

$$i_x = 2 I_{01} \left[\mathfrak{Cos}\, \beta x \sin \left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{-\beta x} \sin \omega t \cos \frac{2\pi x}{\lambda}\right] \qquad (2)$$

Für $x = \frac{\lambda}{4}; \frac{3\lambda}{4}; \frac{5\lambda}{4}$, usw. hat die stehende Welle Nullstellen, das heisst die Antenne zeigt in diesen Punkten nur ohmschen Widerstand, wie das für die Antenne von der Länge $\frac{\lambda}{4}$; $\frac{3\lambda}{4}$ usw. bekannt ist. Für Speisung im Knoten, d. h. für Antennenlängen $\frac{\lambda}{2}$; λ; $\frac{3\lambda}{2}$; usw. wird der Strom $2 I\, \mathfrak{Sin}\, \beta \frac{\lambda}{2} \sin \omega t$; $-2 I\, \mathfrak{Sin}\, \beta \lambda \sin \omega t$ usw. Fortschreitende und stehende Wellen haben entgegengesetzte Phase; die Antenne kann also auch in diesen Punkten ohne zusätzliche Abstimmittel erregt werden.

Im Gegensatz zur fusserregten Antenne, wo hinsichtlich der Spiegelung an der Erdoberfläche beide Quellpunkte identisch werden, ist bei obenerregten Antennen der Einfluss des Spiegelbildes zu berücksichtigen. Dies geschieht am besten durch Superposition der durch den *reellen* und den *Spiegelbild-Speisepunkt* hervorgerufenen Stromverteilungen. Man geht dabei von der Ueberlegung aus, dass im Speisepunkt nur eine fortschreitende Welle auftritt. Betrachtet man in Fig. 2 das Teilstück ab bis l (dessen elektrische Länge bei abgestimmter Antenne immer $n \frac{\lambda}{4}$ beträgt, wo n eine ganze Zahl ist), so ergibt sich mit Zählung vom Spiegelbildende aus

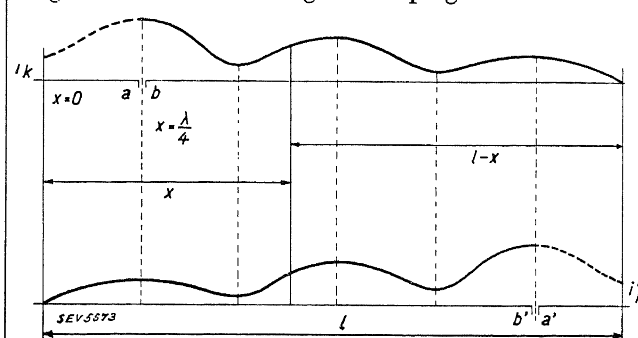


Fig. 2.

nach vorigen Ueberlegungen eine Darstellung wie in der Figur angegeben. Berechnet man den entsprechenden Strom für das Teilstück a′ b′ bis 0 aus dem Spiegelbild-Speisepunkt, so erhält man die resultierende Stromverteilung auf dem gemeinsamen Stück a b bis a′ b′.

Bei beliebigem $\frac{l}{\lambda}$ ist zu beachten, dass an der Erdungsstelle kein Phasensprung eintreten darf. Dieser Forderung genügt man durch Einfügen von zusätzlichen Abstimmitteln. Für $\frac{l}{2} < \frac{\lambda}{2}$ ist es eine Induktivität; $\frac{\lambda}{2} < \frac{l}{2} < \frac{3\lambda}{4}$ erfordert Kapazität oder Induktivität, je nachdem auf die Halbwelle oder die Dreiviertelwelle abgestimmt werden soll. Der die Praxis interessierende Fall bezieht sich auf Antennenlängen $\frac{\lambda}{2} \lesseqgtr \frac{l}{2} < \frac{3\lambda}{4}$ (Fig. 3).

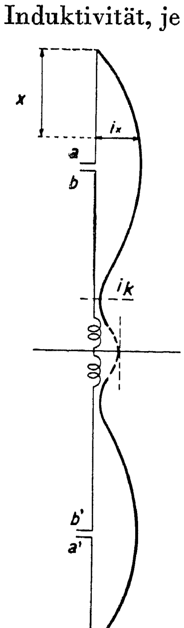


Fig. 3.

Es lässt sich zeigen, dass die Phase am Fusspunkt für das hier interessierende Antennenstück x $= \frac{\lambda}{4}$ bis $\frac{l}{2}$ nur in den Ausdrücken für die Wellen, die vom reellen Speisepunkt ausgehen, eine Bedeutung hat.

Für die am Fusspunkte der Antenne zu korrigierende Phase gilt offenbar die Bedingung

$$\frac{2\pi \frac{l}{2}}{\lambda} + \psi = \frac{3\pi}{2}$$

woraus $$\psi = \frac{3\pi}{2} - \frac{\pi l}{\lambda}$$

Im Spiegelbild ergibt sich derselbe Betrag, so dass man erhält

$$i'_x = I'\left[e^{\beta x}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{-\beta x}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right] \quad (3a)$$

aus dem Spiegelbild,

$$i''_x = I'\left[e^{\beta(l-x)}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}(l-x) + 2\psi\right) - e^{-\beta(l-x)}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(l-x) - 2\psi\right)\right] \quad (3b)$$

aus der Antenne.

Durch Einsetzen des Ausdruckes für ψ vereinfacht sich (3b) auf

$$i''_x = I'\left[e^{-\beta(l-x)}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{\beta(l-x)}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right]$$

Der Gesamtstrom wird

$$i_x = I'\left[e^{\beta x}(1 + e^{-\beta l})\sin\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) - e^{-\beta x}(1 + e^{\beta l})\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right] \quad (4)$$

Die Gleichungen für die beiden Strombilder (Fig. 2) dürfen nicht über den zugehörigen Speisepunkt hinaus angewendet werden, da dies einer Verschiebung des Speisepunktes gleichkommt. Extrapoliert man über den tatsächlichen Speisepunkt hinaus bis ans Antennen- bzw. Spiegelbildende, so ergibt sich ein Strom

$$i_{\kappa} = i'_{\kappa} = I\,\mathfrak{Sin}\,\beta\,\frac{3\lambda}{2}$$

welcher einer Speisung im Knoten, was ja nicht zutrifft, entspricht.

Der Strom auf den Abschnitten $x = 0$ bis $\frac{\lambda}{4}$ und $(l - x) = (l - \frac{\lambda}{4})$ bis l berechnet sich einfach aus Gl. (2), wobei der Strom im Speisepunkt sich aus (2) und (5) nach Phase und Amplitude gleich ergeben muss.

Durch Spalten von (4) in eine fortschreitende und eine stehende Welle erhält man nach dem bereits benützten Ansatz:

$$i_x = 2I'\left[e^{\beta x}(1 + e^{-\beta l})\sin\omega t\cos\frac{2\pi x}{\lambda} - [\mathfrak{Cos}\,\beta x + \mathfrak{Cos}\,\beta(x - l)]\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)\right] \quad (5)$$

Dieser Ausdruck muss verschiedene Bedingungen erfüllen:

1. Nach früheren Ueberlegungen (wir messen in der verkürzten Wellenlänge) muss die stehende Welle im Speisepunkt durch 0 gehen oder in Phase, bzw. Gegenphase zur fortschreitenden Welle liegen, was sich ohne weiteres ergibt, da $\cos\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{\lambda}{4} = 0$.
2. Der Knotenstrom $\left(x = \frac{\lambda}{2}\right)$ ist in Phase oder Gegenphase mit der fortschreitenden Welle

$$i_{\frac{\lambda}{2}} = 2I'\left[-e^{\beta\frac{\lambda}{2}}(1 + e^{-\beta l})\sin\omega t + \left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{2} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{2} - l\right)\right)\sin\omega t\right]$$

$$= -I'\left[\mathfrak{Sin}\,\beta\frac{\lambda}{2} + \mathfrak{Sin}\,\beta\left(\frac{\lambda}{2} - l\right)\right]\sin\omega t$$

3. Für $l = \lambda$ (Mitte gespeiste Halbwellenantenne) fliesst im Fusspunkt $x = \frac{\lambda}{2}$ kein Strom

$$i_{\frac{\lambda}{2}} = -I'\left(\mathfrak{Sin}\,\beta\frac{\lambda}{2} + \mathfrak{Sin}\,\beta\left(-\frac{\lambda}{2}\right)\right)\sin\omega t = 0$$

Da von einer Grundgleichung ohne bestimmte Endbedingungen ausgegangen wurde, ist es nötig, das Verhältnis der maximalen Amplituden für (2) und (5) festzulegen. Dies ist gleichbedeutend mit der Forderung, dass die Amplituden im Speisepunkt gleich sein müssen. Dabei ist natürlich auch Phasenübereinstimmung nötig.

Aus Gl. (2)

$$x = \frac{\lambda}{4};\ i_x = -I\left(e^{\beta\frac{\lambda}{4}} + e^{-\beta\frac{\lambda}{4}}\right)\cos\omega t$$

$$= -2I\,\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}\cos\omega t$$

und aus Gl. (5)

$$x = \frac{\lambda}{4};\ i_x = -2I'\left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)\right)\cos\omega t$$

geht hervor, dass die Phasenbedingung erfüllt ist.

Nimmt man I' als Einheit, so bestimmt sich I zu

$$1 + \frac{\mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)}{\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}}$$

Die Richtigkeit der so erhaltenen Stromgleichungen kann man nun nachprüfen. Wenn man nämlich $l = \lambda$ entsprechend der Halbwellenantenne setzt, müssen sich vom Speisepunkt aus gezählt für gleiche Abstände a der Symmetrie wegen dieselben Ströme ergeben. Es ist demnach zu setzen:

$$2\left(1+\frac{\mathfrak{Cos}\,\beta\left(-\frac{3\lambda}{4}\right)}{\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}}\right)\left[\mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4}-a\right)\sin\left(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda}{4}-a\right)\right)-e^{-\beta\left(\frac{\lambda}{4}-a\right)}\sin\omega t\cos\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda}{4}-a\right)\right]$$

$$=2\left[e^{\beta\frac{\lambda}{4}}(1+e^{-\beta\lambda})\sin\omega t\cos\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda}{4}+a\right)-\mathfrak{Cos}\,\beta\left(a-\frac{3\lambda}{4}\right)\sin\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda}{4}+a\right)\right)\right]$$

Die durchgeführte Rechnung ergibt die verlangte Symmetrie.

Phasen- und Amplitudenverhältnisse auf der Antenne lassen sich nach den vorstehenden Ergebnissen graphisch veranschaulichen.

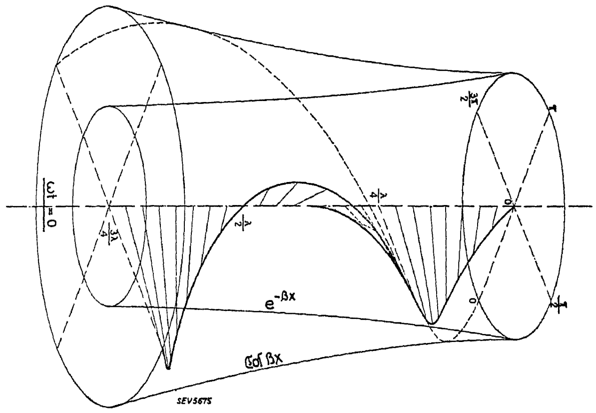


Fig. 4.

Man benützt dazu eine Darstellung, die von Schulz [4]) vorgeschlagen ist. In den Fig. 4 bis 6 sind Momentanbilder des Schwingungszustandes einer fussgespeisten Antenne von der Länge $\frac{l}{2}=\frac{3\lambda}{2}$ aufgezeichnet. Die beiden Rotationskörper mit den Mantellinien $e^{-\beta x}$ und $\mathfrak{Cos}\,\beta x$ haben einen gemeinsamen zur Axe senkrechten Schnitt ($x=0$). Im

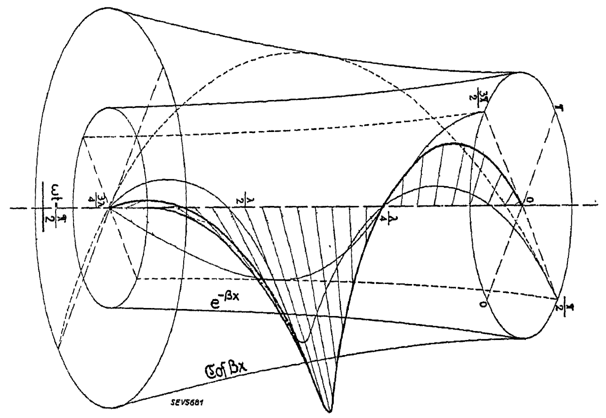


Fig. 5.

Momentanzustand zur Zeit t ergibt sich die stehende Schwingung als gedämpfte ebene Sinuswelle, deren Schwingungsebene um den Winkel ωt gegen die 0-Ebene verdreht ist. Die fortschreitende Welle, ebenfalls eine gedämpfte Sinuslinie, windet sich, der Raumphase folgend, um die X-Axe. Als resultierende aus beiden Wellen erhält man durch vektorielle Addition den *momentanen Stromzustand* auf der Antenne. Durch Projektion auf eine zur Axe senkrechte Ebene ergibt sich eine den Breisigschen Spiraldiagrammen entsprechende Darstellung.

Die Ueberlegung, dass im Speisepunkt keine stehende Welle auftreten darf, führt zur Darstellung der Phase φ, welche sich aus

$$\operatorname{tg}\varphi=-\frac{1}{2}\,\frac{e^{-\beta x}\sin\left(\frac{4\pi x}{\lambda}\right)}{\mathfrak{Cos}\,\beta x-e^{-\beta x}\cos^2\frac{2\pi x}{\lambda}} \qquad (6)$$

ergibt. Der Phasenverlauf ist aus den Fig. 4 bis 6 ersichtlich, wenn man zum Vektor der fortschreitenden Welle die gleichphasige Komponente der stehenden Welle addiert. Der Winkel zwischen dem

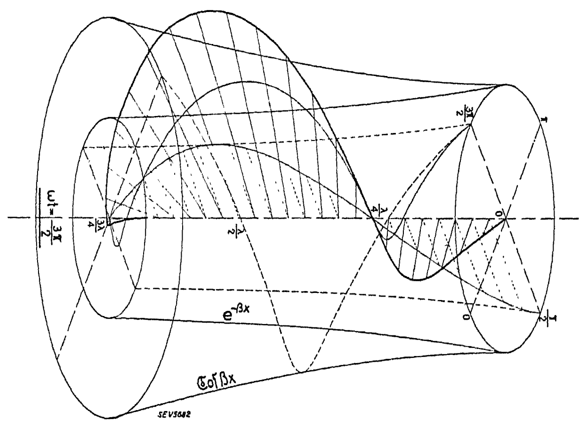


Fig. 6.

so entstandenen Vektor und der verbleibenden stehenden Komponente ist offenbar gleich φ.

Es kann auch versucht werden, aus der Bedingung

$$I_{ab}^2 R_s = \int_0^{\frac{l}{2}} I_x^2\, r\, \mathrm{d}x = \text{const.}$$

den Verlauf des Strahlungswiderstandes R_S zu erhalten. Die Integration führt auf eine in β implizite Form, welche graphisch zu lösen wäre. Auf die Schwierigkeiten, die sich dieser Methode der Bestimmung des Strahlungswiderstandes aus dem genaueren Stromverlauf auf der Antenne entgegenstellen, wurde bereits hingewiesen [5]).

[4]) Schulz, Theorie des Fernsprechens, Telegr. u. Fernspr. Techn. 1927.

[5]) E. Siegel und J. Labus, Z. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik Bd. 43 (1934), S. 166.

Vertikales Strahlungsdiagramm.

Für den Antennenbauer ergibt sich als wichtigste Folgerung aus der Kenntnis der Stromverteilung die *vertikale Strahlungscharakteristik.* Ein Dipolelement dx durchflossen vom Strom $i x = I_0 \sin \omega t$ erzeugt im Abstande r ($r >$ einige Wellenlängen) nach Hertz die elektrische Feldstärke

$$d\,\mathfrak{E}^{\mathrm{mV/m}} = \frac{2\,\pi\cdot c\cdot 10^{-9}}{\lambda\cdot r}\, I_0\, dx \cos\varphi \sin\left(\omega t - \frac{2\,\pi r}{\lambda}\right)$$

$c =$ Lichtgeschwindigkeit

$\varphi =$ Richtungswinkel

Da r eine Funktion der Höhe des Dipolelementes über dem Erdboden ist, kommen die einzelnen Dipolstrahlungsanteile am Empfangsort mit verschiedener Phase an. Die Phasenverhältnisse sind einfach zu erfassen, wenn jedem Dipolelement sein Spiegelbild zugeordnet wird. Alle resultierenden Teilstrahlungen erhalten so die Phase der Fusspunktlage [6]), wobei, wie sich zeigen lässt, die Amplitude proportional $\cos\left(\frac{2\,\pi x}{\lambda}\sin\varphi\right)$ verläuft (Fig. 7).

Die Gesamtfeldstärke in mV/m an einem Empfangsort im Abstand r km vom Sender und unter dem Erhebungswinkel φ gegen die Horizontale wird

$$E_{(\varphi)} = \frac{120\,\pi}{\lambda\cdot r}\cos\varphi\int_0^{l/2} i_x \cos\left(\frac{2\,\pi x}{\lambda}\sin\varphi\right) dx \qquad (7)$$

dabei bedeutet λ die Wellenlänge in m und i den Strom in Ampère.

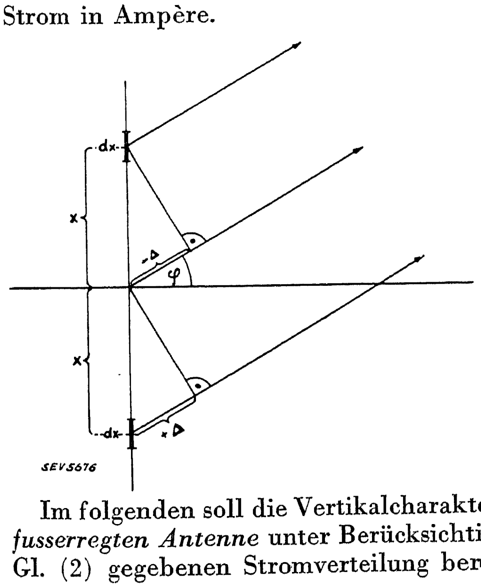


Fig. 7.

Im folgenden soll die Vertikalcharakteristik einer *fusserregten Antenne* unter Berücksichtigung der in Gl. (2) gegebenen Stromverteilung berechnet werden. Die Gleichung ist dabei so umzuformen, dass die Effektivwerte gleichphasiger Glieder zusammengefasst werden. Man erhält so entsprechend Gl. (7)

$$\mathfrak{E}_{(\varphi)} = E_{0\,0}\cos\varphi\left[\int_{x=0}^{l/2}\mathfrak{Sin}\,\beta x\,\cos\frac{2\,\pi x}{\lambda}\cos\left(\frac{2\,\pi\left(\frac{l}{2}-x\right)}{\lambda}\sin\varphi\right)dx + j\int_{x=0}^{l/2}\mathfrak{Cos}\,\beta x\,\sin\frac{2\,\pi x}{\lambda}\cos\left(\frac{2\,\pi\left(\frac{l}{2}-x\right)}{\lambda}\sin\varphi\right)dx\right] \qquad (8)$$

Die Integration ist verhältnismässig einfach durchzuführen, wenn man die Hyperbel und Kreisfunktionen in der Exponentialform einführt. Es ist

$$\mathfrak{Sin}\,\beta x = \frac{e^{\beta x} - e^{-\beta x}}{2}; \qquad \mathfrak{Cos}\,\beta x = \frac{e^{\beta x} + e^{-\beta x}}{2}$$

$$\sin\frac{2\,\pi x}{\lambda} = \frac{e^{j\frac{2\pi x}{\lambda}} - e^{-j\frac{2\pi x}{\lambda}}}{2\,j};$$

$$\cos\frac{2\,\pi x}{\lambda} = \frac{e^{j\frac{2\pi x}{\lambda}} + e^{-j\frac{2\pi x}{\lambda}}}{2}; \qquad \frac{l}{2} = l'$$

$$\cos\left(\frac{2\,\pi}{\lambda}(l'-x)\sin\varphi\right) = \frac{e^{j\frac{2\pi}{\lambda}(l'-x)\sin\varphi} + e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}(l'-x)\sin\varphi}}{2}$$

Man setzt noch

$$\frac{2\,\pi\,l'}{\lambda}\sin\varphi = k_0; \qquad \frac{2\,\pi}{\lambda}(1+\sin\varphi) = k_1;$$

$$\frac{2\,\pi}{\lambda}(1-\sin\varphi) = k_2; \qquad \frac{2\,\pi\,l'}{\lambda} = k_3$$

Durch die Integration vermischen sich reelle und imaginäre Glieder und nach einigen Zwischenrechnungen ergibt sich

$$\int_0^{l'}[\xi(x) + j\,\chi(x)]\,dx = \frac{1}{2}\left[\frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j\,(k_1 x - k_0)]}{\beta + j\,k_1} + \frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j\,(k_2 x + k_0)]}{\beta + j\,k_2}\right]_0^{l'} + \mathfrak{C}$$

Da $\mathfrak{Cos}\,(a + j b) = \mathfrak{Cos}\,a \cos b + j\,\mathfrak{Sin}\,a \sin b$, wird die Klammer

$$\frac{1}{2}\left[\frac{\mathfrak{Cos}\,\beta x\cos(k_1 x - k_0) + j\,\mathfrak{Sin}\,\beta x\sin(k_1 x - k_0)}{\beta + j\,k_1} + \frac{\mathfrak{Cos}\,\beta x\cos(k_2 x + k_0) + j\,\mathfrak{Sin}\,\beta x\sin(k_2 x + k_0)}{\beta + j\,k_2}\right]$$

Durch Erweitern der Klammerausdrücke mit $\beta - jk_1$, bzw. $\beta - jk_2$, und Zusammenfassen der reellen und

6) Balth. v. d. Pol, Ueber die Wellenlängen und Strahlung mit Kapazität und Selbstinduktion beschwerter Antennen. Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie Bd. 13, 1918.

imaginären Glieder ergibt sich nach Einsetzen der Grenzen:

$$\int_0^{l'} [\xi(x) + j\chi(x)]\,\mathrm{d}x = \qquad (9a)$$

$$\frac{1}{2}\Bigg[\frac{1}{\beta^2+k_1^2}\{\beta\,\mathfrak{Cos}\,\beta l' \cos k_3 + k_1\,\mathfrak{Sin}\,\beta l' \sin k_3 - \beta \cos k_0\}$$

$$+\frac{1}{\beta^2+k_2^2}\{\beta\,\mathfrak{Cos}\,\beta l' \cos k_3 + k_2\,\mathfrak{Sin}\,\beta l' \sin k_3 - \beta \cos k_0\}$$

$$+\frac{j}{\beta^2+k_1^2}\{\beta\,\mathfrak{Sin}\,\beta l' \sin k_3 - k_1\,\mathfrak{Cos}\,\beta l' \cos k_3 + k_1 \cos k_0\}$$

$$+\frac{j}{\beta^2+k_2^2}\{\beta\,\mathfrak{Sin}\,\beta l' \sin k_3 - k_2\,\mathfrak{Cos}\,\beta l' \cos k_3 + k_2 \cos k_0\}\Bigg]$$

Die Integrationskonstante wird 0, da für $l' = 0$, $E = 0$, und die gesuchte Vertikalcharakteristik stellt sich somit dar:

$$\mathfrak{E}(\varphi) = E_{00} \cos\varphi \int_0^{l'} [\xi(x) + j\chi(x)]\,\mathrm{d}x \qquad (9)$$

Wie eine Betrachtung der Formel (9a) lehrt, können in (9) der reelle und imaginäre Teil des Integrals nicht gleichzeitig durch 0 gehen, woraus sich der wichtige Schluss ergibt, dass die Feldstärke nur für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ verschwindet. Nun ist aber diese Tatsache beim Entwerfen von Antennen bisher unberücksichtigt geblieben [7]).

Für die *Mitte-gespeiste* Antenne wird der Strom zu beiden Seiten des Speisepunktes durch verschiedene Ausdrücke dargestellt. Auf diesen Umstand ist bei der Integration der Feldstärke für diese Antenne zu achten; im übrigen wird gleich verfahren wie bei der Fuss-gespeisten Antenne.

In der nachstehenden Ableitung des Vertikaldiagrammes für die Mitte-gespeiste Antenne sollen nur die Hauptpunkte erwähnt werden. Integriert wird über die Abschnitte 0 bis $\frac{\lambda}{4}$ (Speisepunkt) und $\frac{\lambda}{4}$ bis l', wobei für den Abschnitt 0 bis $\frac{\lambda}{4}$ Gl. (2) und für $\frac{\lambda}{4}$ bis l' Gl. (4) massgebend ist. Zu (2) kommt noch der Faktor für die Amplitudenanpassung hinzu und das Integral erhält die Form

$$\int_0^{l'} [\xi_1(x) + j\chi_1(x)]\,\mathrm{d}x = \Bigg[\left\{\frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j(k_1 x - k_0)]}{\beta + j k_1} + \frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j(k_2 x + k_0)]}{\beta + j k_2}\right\}_0^{\frac{\lambda}{4}} \left(1 + \frac{\mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)}{\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}}\right)$$

$$+\left\{\frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j(k_1 x - k_0)]}{\beta + j k_1} + \frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta x + j(k_2 x + k_0)]}{\beta + j k_2}\right\}_{\frac{\lambda}{4}}^{l'}$$

$$+\left\{\frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta(x - l) + j(k_2 x - k_0)]}{\beta + j k_1} + \frac{\mathfrak{Cos}\,[\beta(x - l) + j(k_2 x + k_0)]}{\beta + j k_2}\right\}_{\frac{\lambda}{4}}^{l'}\Bigg] + \mathfrak{E}_1$$

Wir führen zu den bestehenden noch die Abkürzungen ein:

$$k_1\frac{\lambda}{4} - k_0 = \frac{\pi}{2}\left\{1 + \left(1 - \frac{4l'}{\lambda}\right)\sin\varphi\right\} = k_4$$

$$k_2\frac{\lambda}{4} + k_0 = \frac{\pi}{2}\left\{1 - \left(1 - \frac{4l'}{\lambda}\right)\sin\varphi\right\} = k_5$$

und erhalten

$$\int_0^{l'} [\xi_1(x) + j\chi_1(x)]\,\mathrm{d}x =$$

$$\Bigg[\frac{1}{\beta^2+k_1^2}\left\{k_1 \sin k_4\,\mathfrak{Sin}\,2\beta l' - \beta\left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)\right)\cos k_0 + 2\beta\cos k_3\,\mathfrak{Cos}\,\beta l'\,\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}\right\}$$

$$+\frac{1}{\beta^2+k_2^2}\left\{k_2 \sin k_5\,\mathfrak{Sin}\,2\beta l' - \beta\left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)\right)\cos k_0 + 2\beta\cos k_3\,\mathfrak{Cos}\,\beta l'\,\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}\right\}$$

$$+\frac{j}{\beta^2+k_1^2}\left\{\beta \sin k_4\,\mathfrak{Sin}\,2\beta l' + k_1\left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)\right)\cos k_0 - 2k_1\cos k_3\,\mathfrak{Cos}\,\beta l'\,\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}\right\}$$

$$+\frac{j}{\beta^2+k_2^2}\left\{\beta \sin k_5\,\mathfrak{Sin}\,2\beta l' + k_2\left(\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4} + \mathfrak{Cos}\,\beta\left(\frac{\lambda}{4} - l\right)\right)\cos k_0 - 2k_2\cos k_3\,\mathfrak{Cos}\,\beta l'\,\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}\right\}\Bigg] \cdot \frac{1}{\mathfrak{Cos}\,\beta\frac{\lambda}{4}} + \mathfrak{E}_1$$

Das Vertikaldiagramm der Mitte-gespeisten Antenne wird somit:

$$\mathfrak{E}(\varphi) = E_{01}\cos\varphi \int_0^{l'} \Big[\xi_1(x) + j\chi_1(x)\Big]\,\mathrm{d}x \qquad (10)$$

Der Ausdruck ist formal erwartungsgemäss derselbe wie für die Fuss-gespeiste Antenne. Als Grenzfall,

[7]) Siehe auch v. Verfasser, Z. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik Bd. 47, S. 155.

nämlich für $l = 2\,l' = \frac{\lambda}{2}$ $\left(\frac{\lambda}{4}\text{-Antenne}\right)$ geht die Mitte-gespeiste Antenne über in die Fuss-gespeiste. Setzt man in den Gl. (9a) und (10a) $l = \frac{\lambda}{2}$, so ergibt sich, wenn man beachtet, dass

$$\mathfrak{Sin}\,\beta\,\frac{\lambda}{2} = 2\,\mathfrak{Sin}\,\beta\,\frac{\lambda}{4}\cdot\mathfrak{Cos}\,\beta\,\frac{\lambda}{4}$$

in der Tat Uebereinstimmung der beiden Vertikaldiagramme.

Numerische Beispiele für Stromverteilung und Vertikaldiagramm Fuss- und Mitte-gespeister Antennen.

Zum Vergleich wurde Strom und Vertikaldiagramm für je einen der betrachteten Antennentypen mittels der abgeleiteten Formeln berechnet.

Als Näherungswert für β gilt bei hohen Frequenzen, wie aus der Leitungstechnik bekannt ist, der Ausdruck $\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$

Für Antennen kann weiter vereinfachend gesetzt werden $\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{R}{2\,Z_A}$, wo R den Widerstand pro Längeneinheit und Z_A den mittleren Wellenwiderstand bedeuten. Für die Widerstandsfunktion finden sich in der Literatur Angaben [5]). Als Wellenwiderstand sei $Z_A = 210$ Ohm gewählt. In den Fig. 8 und 9 sind die gefundenen Stromverteilungen für eine Mitte- und Fuss-gespeiste Antenne dargestellt (nach den Gl. (2) und (5), wobei I_{max} in beiden Fällen gleich gewählt wurde). Der grössere *Knotenstrom* bei der Fuss-gespeisten Antenne ist augenfällig. Den beiden Figuren entsprechen die Vertikaldiagramme Fig. 10 und 11, wo sich der verschiedenen Grösse der Knotenströme entsprechend verschiedene Grössen der *Feldstärkeminima* ergeben. Zum weiteren Vergleich wurde das entsprechende Diagramm unter der gewöhnlichen Annahme sinusförmiger Stromverteilung berechnet (Fig. 12).

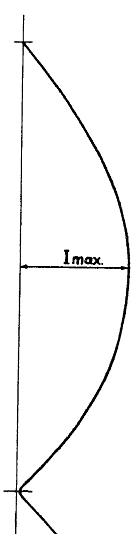


Fig. 8.

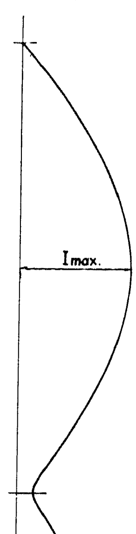


Fig. 9.

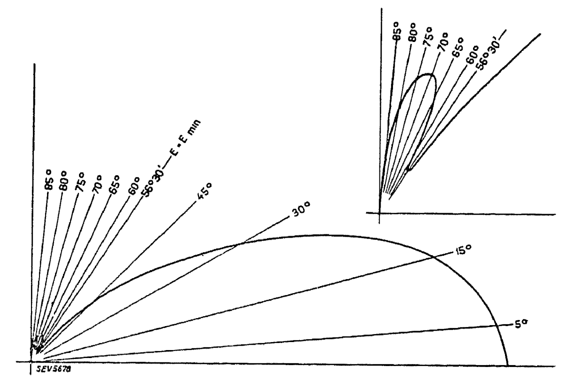


Fig. 10.

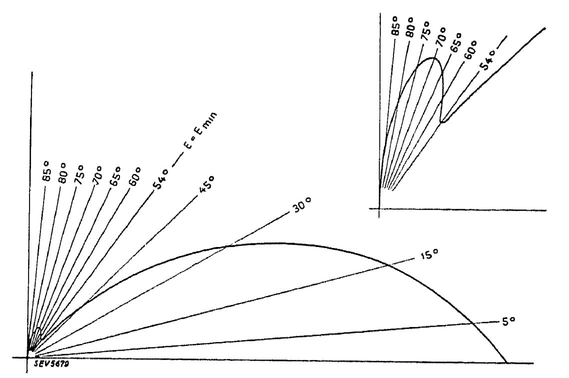


Fig. 11.

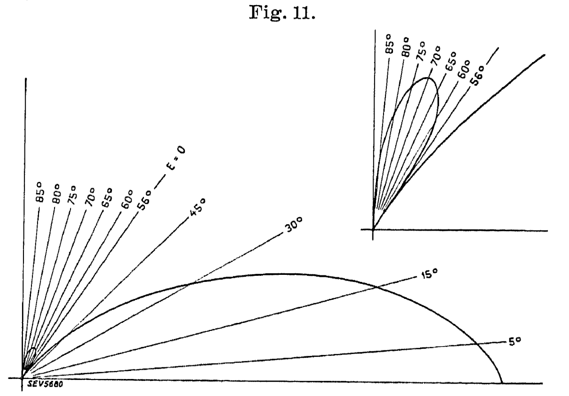


Fig. 12.

Dem Nullwinkel, welcher sich für Fig. 12 bestimmt aus $\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{l}{2} - x\right)\sin\varphi\right) = 0$, wo h die resultierende effektive Höhe bedeutet, entspricht in Fig. 10 u. 11 ein Feldstärkeminimum $\frac{d}{d\varphi}\,\mathfrak{E}\,(\varphi) = 0$. In der erwähnten Arbeit von Berndt und Gothe [3]) sind ähnliche Resultate angegeben.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Transformateur de réglage en quadrature.

I. But et champ d'application.

621.314.214

A. Le transformateur en quadrature ou déphaseur, introduit dans une boucle fermée transportant de la puissance, sert soit à répartir à volonté la puissance transmise sur les 2 branches de la boucle (fig. 1 et 2), soit à empêcher les à-coup de courant ou les oscillations de puissance produits par l'ouverture ou la fermeture de la boucle, soit à supprimer les courants de circulation.

Deux cas peuvent être envisagés: a) Une centrale débite sur 2 lignes en parallèle (fig. 1), b) plusieurs centrales sont

interconnectées par une boucle (fig. 2). *e* désigne dans les deux figures le transformateur en quadrature. Grâce à celui-ci, on peut décharger l'une des deux lignes aux dépens de l'autre ou refouler par le chemin que l'on désire l'énergie transmise; l'usine C peut, par exemple, recevoir à volonté son énergie de l'usine A par le chemin o—n ou par le chemin m (suivant que le tarif 1 ou le tarif 2 est pour elle le plus favorable). Il suffit que la tension additionnelle *e* introduite dans la boucle ait une direction telle que le courant *i*, qu'elle engendre dans la boucle, superposé aux courants naturels, donne la résultante désirée dans chaque branche. Le décalage entre *e* et *i* est dicté par les constantes *r* et *x* de la boucle.

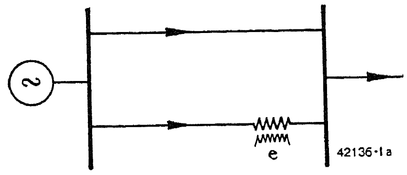


Fig. 1.

Centrale débitant sur deux lignes parallèles.

e Tension du transformateur en quadrature.

Si l'on désire ouvrir la boucle en service, on pourra éviter les oscillations qui se produiraient normalement en annulant au préalable le courant dans la ligne à ouvrir. De même si l'on désire fermer une boucle ouverte, on pourra éviter les à-coup de courant en annulant d'abord à l'aide du transformateur en quadrature les différences de tension qui existent presque toujours aux deux extrémités de la boucle à réunir.

B. Le transformateur déphaseur, intercalé dans une ligne simple, sert aussi à régler la tension, par exemple, à corriger la dissymétrie du triangle des tensions.

Il n'est pas nécessaire, pour rétablir la symétrie, de ramener le triangle à coïncider avec le triangle original, il suffit que les trois nouvelles tensions composées que l'on mettra à disposition du consommateur soient égales et constantes. On obtient ces tensions à l'aide de transformateurs de réglage déphaseurs introduisant des tensions additionnelles de grandeur et direction convenables.

Il est assez facile de régler séparément les trois tensions de phase, la variation de l'une n'influant pas sur les autres; par contre, il n'en est pas de même des tensions composées; toute modification de l'une d'elles entraîne celle d'au moins une des autres, de sorte qu'il y a danger de pompage. Il faut donc un système de réglage qui l'évite.

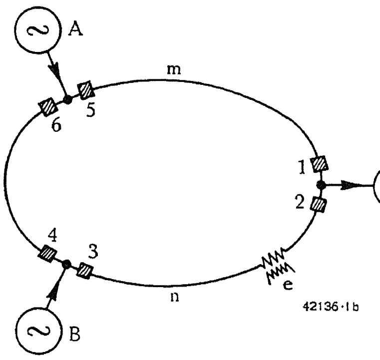


Fig. 2.

Centrales interconnectées par une boucle.

A, B, C Centrales.
e Tension du transformateur en quadrature.
1, 2, 3, etc. Compteurs.
m, n, o Tronçons de la boucle.

Chacune des trois tensions composées est réglée séparément par 3 transformateurs 1, 2 et 3, fig. 3. Dans cette figure, les transformateurs 1 et 3 peuvent être soit des auto-transformateurs (fig. a), soit des transformateurs série (fig. b). Les commutateurs de prises des trois transformateurs sont commandés automatiquement par les 3 tensions composées R″ S, ST′, T′ R″; ces transformateurs introduisent des tensions additionnelles d'une certaine direction RR′, R′ R″ et TT′ dans 2 des 3 phases, de façon à ne déplacer que 2 des 3 sommets du triangle des tensions. Le régulateur 2, en réglant T′ R″ par l'introduction de R′ R″ ne touche pas à la tension R′ S réglée par 1, car pratiquement la perpendiculaire R′ R″ sur RS se confond avec l'arc de cercle R′ R″ décrit du centre S, c'est-à-dire que le point R′ peut se déplacer sur R′ R″ sous l'effet de 2 sans modifier la grandeur de la tension SR′ réglée par 1. De même 2 en réglant ne touche pas à la tension réglée par 3.

Ce réglage dans 2 phases seulement empêche le pompage, c'est-à-dire l'intervention intempestive de régulateurs des phases à tension correcte, ce que n'éviterait pas le réglage dans 3 phases. Cette solution non seulement rétablit la symétrie mais encore règle la grandeur des tensions à une valeur constante.

L'excitation de ces transformateurs peut se faire soit par un enroulement simple alimenté par une tension composée (transformateurs 1 et 3) soit par un double enroulement rece-

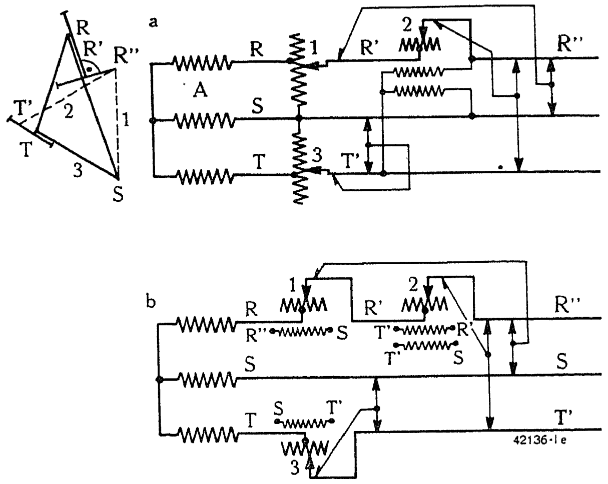


Fig. 3.

a

Réseau avec triangle des tensions asymétrique et variable, et trois transformateurs de réglage dans deux phases.

A Alternateur.
RST Triangle des tensions après déformation.
R″ ST′ Triangle des tensions rétabli.
R′ S Tension réglée par le transformateur 1.
T′R″ Tension réglée par le transformateur 2.
R′ R″ Tension additionnelle fournie par 2.
1, 2, 3 Transformateurs de réglage auto et série.

b

Réseau asymétrique avec tensions variables.

1, 2 et *3* Transformateurs série de réglage.
R″ S, T′ R″, T′ S, ST′ Tensions d'excitation.

vant deux tensions composées (transformateur 2) et donnant la direction résultante désirée (R′ R″), ce que l'on peut aussi réaliser, si l'on a le neutre à disposition, par un enroulement d'excitation simple alimenté par une tension de phase (T). On peut construire ces transformateurs soit pour basse tension avec enroulement primaire en spirale et contact curseur donnant un réglage continu sans à-coup, soit pour haute tension en transformateurs à prises avec commutateur à gradins.

II. Calcul graphique du transformateur en quadrature.

Prenons le cas de la fig. 4 où une centrale alimente, par 2 lignes parallèles, un consommateur absorbant 100 A sous 20 000 V et cos $\varphi = 0{,}8$.

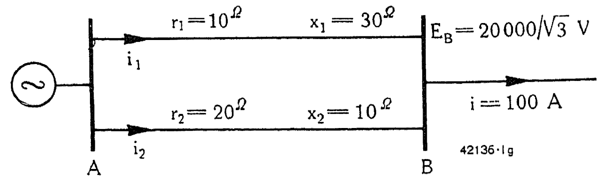


Fig. 4.

Centrale débitant sur deux lignes parallèles.

A Barres au départ. E_A Tension de phase au départ.
B Barres à l'arrivée. E_B Tension à l'arrivée.

On détermine d'abord les courants naturels circulant dans les deux branches pour une puissance donnée, en grandeur et en direction. On construit pour cela le diagramme des courants selon fig. 5. β et α sont les angles d'impédance des deux lignes; ils donnent la direction des courants i_1 et i_2

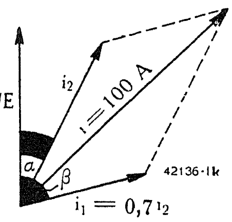


Fig. 5.

Diagramme des courants: grandeurs.

i_1 Courant dans la ligne 1.
i_2 Courant dans la ligne 2.
i Courant résultant consommé à l'arrivée.
ΔE Chute de tension résultante de A à B.

dans les deux lignes; les valeurs de r et x des 2 lignes donnent la grandeur relative de i_1 et i_2 ($i_1 = 0{,}71 \cdot i_2$); i, courant consommé à l'arrivée, égal à la somme géométrique de i_1 et i_2, a une grandeur connue; il donne donc la grandeur absolue de i_1 et de i_2.

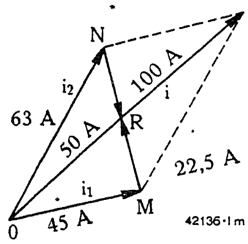


Fig. 6.

Diagramme des courants: courants additionnels (détail de la figure 8).

Les courants naturels étant connus, on en déduit les courants additionnels à introduire, une fois qu'on s'est imposé les courants résultant qu'on veut avoir dans les 2 lignes. Si, par exemple, on veut que ces courants soient égaux entre eux, c'est-à-dire égaux à OR dans la fig. 6, il faudra introduire un courant additionnel MR dans la ligne 1 = — NR dans la ligne 2 = 22,5 A. Le courant additionnel MR étant connu, on en déduit la direction et la grandeur de la tension

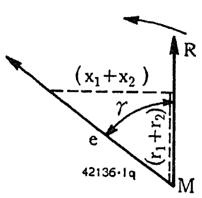


Fig. 7.

Diagramme donnant la direction de la tension additionnelle par rapport au courant additionnel.

e Tension additionnelle.
MR Courant additionnel.
$r_1 + r_2$ Résistance totale de la boucle.
$x_1 + x_2$ Réactance totale de la boucle.
γ Angle d'impédance de la boucle = angle entre le courant et la tension additionnelle.

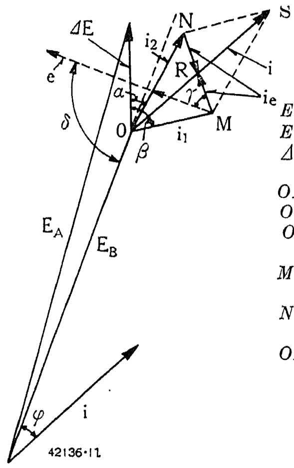


Fig. 8.

Diagramme des courants et des tensions.

E_A Tension de phase au départ.
E_B Tension de phase à l'arrivée.
ΔE Chute de tension résultante de A à B.
OM i_1 Courant dans la ligne 1.
ON i_2 Courant dans la ligne 2.
OS i Courant résultant consommé à l'arrivée.
MR Courant adidtionnel dans la ligne 1.
NR Courant additionnel dans la ligne 2.
OR Courant résultant dans les lignes 1 et 2.
e Tension additionnelle.
δ Angle de la tension additionnelle avec la tension du réseau.

additionnelle e. Cette tension est décalée en avant par rapport au courant MR d'un angle γ donné par $(r_1 + r_2)$ et $(x_1 + x_2)$, voir fig. 7.

Comme la direction du courant total i par rapport à la tension à l'arrivée est connue (angle φ) on peut construire le diagramme général des courants et des tensions, où la tension additionnelle introduite par le transformateur en quadrature forme avec la tension du réseau à l'arrivée un angle δ, fig. 8. Pratiquement, cet angle δ se trouve n'être pas très différent de 90°, d'où le nom de transformateur en quadrature. On peut d'ailleurs obtenir pour δ toute valeur qu'on désire.

On peut vouloir aussi, par exemple, que les courants résultants donnent les pertes minima dans les lignes. En écrivant les pertes en fonction des composantes ohmiques et inductives des courants i_1 et i_2, et en posant que les chutes de tension (ohmiques + inductives) le long des 2 lignes sont identiques, on arrive à exprimer les pertes en fonction de i et de l'une des composantes de i_1. En dérivant par rapport à cette composante, on obtient finalement:

$$i_1 = i \cdot \frac{r_2}{r_1 + r_2}$$

condition pour les pertes minima. Les 2 courants i_1 et i_2 sont en phase (pour le développement, voir revue BBC de juin 1936, page 170).

III. Dimensionnement du transformateur en quadrature.

La grandeur de la tension additionnelle est de:

$$i_{add} \cdot \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2} = 22{,}5 \cdot \sqrt{30^2 + 40^2}$$
$$= 1125 \text{ V/phase.}$$

Le transformateur est donc un transformateur série, à prévoir pour une tension additionnelle de 1125 V/phase, une tension d'excitation de 20 000 V composée et un courant traversant de 50 A. Sa puissance propre sera de $3 \cdot 1{,}125$ kV $\cdot$ 50 A = 170 kVA et sa puissance traversante de $50 \cdot 20 \cdot \sqrt{3} = 1730$ kVA.

IV. Couplage du transformateur en quadrature.

C'est un transformateur série dont l'enroulement primaire, qui fournit la tension additionnelle au réseau, est intercalé dans la ligne et l'enroulement secondaire d'excitation, alimenté soit directement selon fig. 9 soit par l'intermédiaire

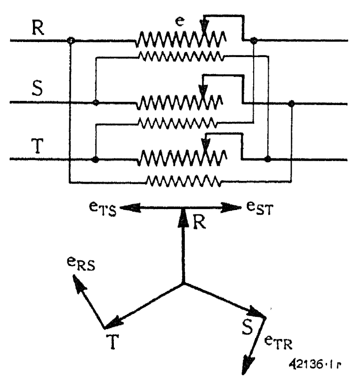


Fig. 9.

Couplage du transformateur en quadrature inséré directement dans le réseau. Diagramme des tensions du réseau et des tensions additionnelles.

R, S, T Tensions de phase du réseau.
Tension additionnelle.
$e_{ST} = -e_{TS}$ Tension additionnelle dans la phase R.
e_{TR}, e_{RS} Tensions additionnelles dans les phases S et T.

d'un transformateur d'excitation (fig. 10). Grâce à un couplage approprié de l'enroulement d'excitation, on peut obtenir pour δ toutes les valeurs comprises entre 0 et 180°, au besoin en employant 2 enroulements d'excitation par phase, ou en excitant à l'aide d'un régulateur d'induction.

Le mode de calcul du transformateur exposé ci-dessus se rapporte au cas de la fig. 1. Le cas de la fig. 2 se ramène à celui de la fig. 1 de la manière suivante: on remplace les centrales A et B ainsi que les lignes par des impédances équivalentes. La valeur des impédances des centrales A et B à faire figurer dans le schéma est donnée par les courants qu'elles fournissent au consommateur C. Soit I_A le courant que l'usine C doit recevoir de A, et I_B celui qu'elle reçoit de B:

$$Z_A = \frac{E_{ph}}{I_A} \quad \text{et} \quad Z_B = \frac{E_{ph}}{I_B}$$

On obtient ainsi le schéma de la fig. 11. Les points neutres des alternateurs O_A et O_B peuvent être réunis, voir fig. 12. Le triangle OSR peut être remplacé par l'étoile inscrite cor-

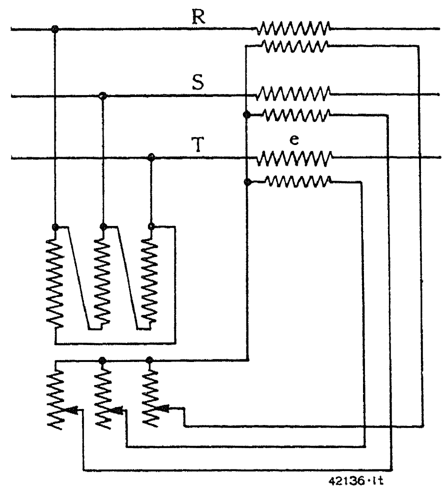


Fig. 10.
Couplage du transformateur en quadrature avec transformateur d'excitation.

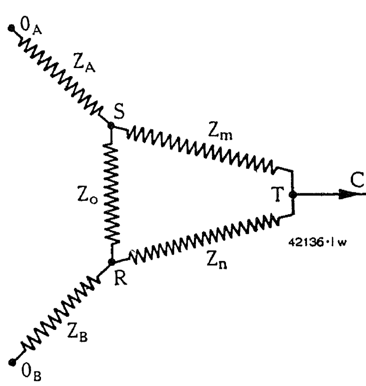


Fig. 11.
Centrales interconnectées par une boucle: schéma équivalent.

O_A, O_B Centrales.
C Consommateur.
Z_A, Z_B Impédances équivalentes des centrales.
Z_o, Z_m, Z_n Impédances équivalentes des tronçons de la boucle.

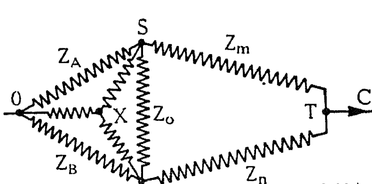


Fig. 12.
Schéma équivalent à celui de la figure 11.

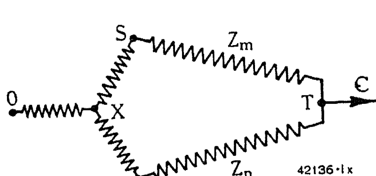


Fig. 13.
Schéma de la figure 11 transformé.

respondante, les branches de l'étoile étant déterminées par les relations suivantes:

$$XO = \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B + Z_O} \qquad XS = \frac{Z_A \cdot Z_O}{Z_A + Z_B + Z_O}$$

$$XR = \frac{Z_B \cdot Z_O}{Z_A + Z_B + Z_O}$$

On obtient ainsi le schéma de la fig. 13 qui correspond à celui du cas de la fig. 1; on construit les diagrammes comme précédemment. — (A. Maret, Rev. Brown, Boveri, juin 1936.)

(Résumé de l'auteur.)

Das überstromfreie Anlassen des Käfigankermotors.

621.316.717 : 621.313.333.2

Mit Rücksicht auf die grossen Anlaufströme der Käfigankermotoren beschränken die Werke den Anschluss dieser Motoren an das allgemeine Verteilnetz. Wegen den bekannten günstigen Eigenschaften des Käfigankermotors (besserer Wirkungsgrad, grösserer Leistungsfaktor usw.) fordern aber die Konsumenten und Motoren-Fabrikanten immer wieder, dass diese Motoren weitergehend angeschlossen werden dürfen. In vielen Fällen, wo bis heute der Anschluss von Käfigankermotoren noch nicht möglich war, wird nun der von K. Obermoser konstruierte Anlasser erlauben, solche Motoren anzuschliessen.

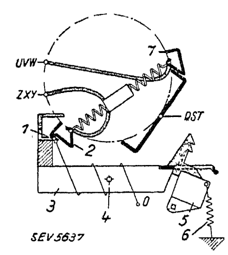


Fig. 1.
Schaltgerät in Anlaßstufe.
1 Sperrklaue, *2* Umschalter, *3* Drosselspule, *4* Drehpunkt, *5* Anker, *6* Ankerfeder, *7* Netzschalter.

Der Anlasser besteht aus einer Kombination eines selbständig arbeitenden Stern-Dreieckschalters mit einer auf der Motorwelle sitzenden Anlaufkupplung, die erst einrückt, wenn die Umschaltung auf Dreieck vollzogen ist. Schon im Bull. SEV 1928, Nr. 7, wurde von der Materialprüfanstalt des SEV auf die guten Eigenschaften dieser inzwischen verbesserten Kupplung hingewiesen.

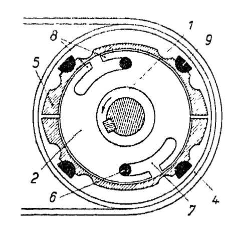


Fig. 2.
Anlasskupplung während des Motoranlaufs (Schnitt senkrecht zur Achse).
1 Antreibernabe, *2* Antreiberscheibe, *4* Kranz, *5* Schwungkörper, *6* Traversen, *7* Aussparungen, *8* Horn, *9* Reibkörper.

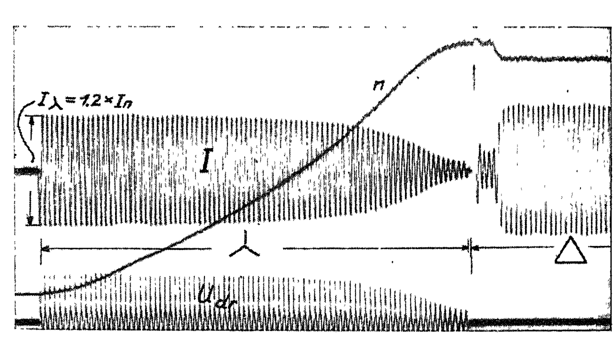


Fig. 3.
Erzieltes Anlaufoszillogramm des echten Käfigankers.
I Strom in der Zuleitung.
n Motordrehzahl.
U_{dr} Drosselspulenspannung.

Das Schaltgerät besteht aus dem Netzschalter und einem Umschalter; Fig. 1 zeigt für einen Zweig den Aufbau des Schaltgerätes in der Stellung der Anlaßstufe. Der Strom fliesst in dieser Stellung beispielsweise vom Pol R über den Netzschalter, die Klemme U des Statorwicklungsanfanges zur Klemme x des Wicklungsendes und von hier über eine Drosselspule zum Sternpunkt 0. Durch diese nur in die Sternstellung eingefügte Drosselspule wird der Anlaufstrom auf etwa das 1,2fache des Nennstromes beschränkt. Sobald nun der Motor, der wegen der besondern Kupplung sein Drehmoment ausschliesslich zur eigenen Beschleunigung ver-

wendet, in Synchronismusnähe gelangt ist, wird der Drosselspulenstrom so klein, dass der Anker abfällt. Damit schnellt nun auch der Umschalter zu den Polkontakten und schaltet damit die Drosselspule ab und die Statorwicklung in Dreieck. Die Umschaltung von Stern auf Dreieck kann also durch entsprechenden Bau dieser Drosselspule so gesteuert werden, dass sie immer im günstigsten Moment erfolgt.

Die Wirkungsweise der besonders für dieses Schaltgerät entwickelten Anlasskupplung geht aus Fig. 2 hervor. Springt der Motor mit dem Einlegen des Schalters in die Anlaßstufe an, dann bleiben die lose eingelegten Schwungkörper 5 mit dem Zapfen 6 im ersten Augenblick liegen und nehmen an der Bewegung erst teil, wenn ihre Zapfen im Nutengrund der Antreiberscheibe 2 anliegen. In dieser Stellung wird die Fliehkraft von den Hörnern abgefangen und erst, wenn die Beschleunigung bei Annäherung an den Synchronismus aufhört, beginnen die Zapfen auf den leicht abschüssigen Hörnern abzurollen. Im Augenblick, wo diese Zapfen die Lücke zwischen den beiden Hörnern erreichen und wo auch das Schaltgerät in die Dreieckstellung springt, werden die Schwungkörper nach aussen gedrückt und greifen wie eine Backenbremse am Innenumfang des wie eine Leerscheibe montierten Kranzes 1 an; die Last wird angeworfen. Beim Abschalten werden die Schwungkörper durch Federkraft wieder einwärts geholt.

Das Anlaufoszillogramm Fig. 3 zeigt, dass der Anlaufstrom eines «belasteten» Motors nur auf etwa das 1,2fache des Nennstromes steigt; beim Umschalten von Stern auf Dreieck entsteht allerdings ein etwas grösserer, aber nur etwa eine Periode dauernder Stromstoss von ungefähr dem 2,5fachen des Nennstromes. — (K. Obermoser, ETZ, 4. Juni 1936, Elektrizitätswirtschaft, 5. Juni 1936.) *W. W.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Stehende und fortschreitende Wellen auf Antennen.

Von *E. Metzler*, Bern.

Siehe Seite 595.

Lautstärkemessung von Rundfunkstörungen.

534.79 : 621.396.82

Mit einer ausreichenden Zahl von Kondensatoren und Drosselspulen gelingt es heute unter Zuhilfenahme geeigneter Abschirmungen, auch den hartnäckigsten Störer zur Ruhe zu bringen. Die technische Seite der Entstörung kann als geklärt gelten. Trotzdem stösst die Durchführung der Entstörung auf Schwierigkeiten, und zwar wegen der Kostenfrage. Die Interessen zweier Kreise stossen da hart aufeinander: die des Hörers, der unter allen Umständen einwandfreien Empfang beansprucht, und die des Stromverbrauchers, der für die Kosten der Entstörung aufkommen soll. Objektiv kann man zu dieser Sachlage bemerken, dass es auch bei den höchsten Ansprüchen keinen Sinn hat, die Lautstärke eines Störers geringer zu machen als die Lautstärke der Geräusche, die sich bei einer Uebertragung ohnehin auf keine Weise vermeiden lassen (Mikrophon- und Verstärkerrauschen, Raumgeräusche im Aufnahmeraum, atmosphärische Störungen). Zweck und Aufgabe der Messtechnik ist es, das «vernünftige Mass» der Entstörung zu finden; das Ziel muss sein, Messverfahren und Zahlenwerte hiefür anzugeben, die allen berechtigten Interessen gerecht werden.

Um die Rundspruchstörungen durch Lautstärkemessungen erfassen zu können, hat die Messtechnik die beiden Begriffe «Störwert» eines Störers und «Nutzwert» einer Darbietung geprägt. Beide Werte sind an den Klemmen des Lautsprechers zu messen.

Der *Störwert* ist ein der Lautstärke des Störers entsprechender Spannungswert an den Klemmen des Lautsprechers; dabei sollen zwei Störer ganz verschiedener Art dann den gleichen Störwert haben, wenn ihre Lautstärke gleich ist.

Der *Nutzwert* einer Darbietung ist analog ein der Lautstärke der Darbietung entsprechender Spannungswert an den Klemmen des Lautsprechers. Er wird als höchstmöglicher Nutzwert bezeichnet, wenn er der höchstmöglichen Senderaussteuerung entspricht, die ihrerseits durch die grösstmögliche Modulation des Senders (ca. 70 %) gegeben ist, bei der sich nichtlineare Verzerrungen gerade noch nicht bemerkbar machen. Hier spielt aber die Dynamik noch eine Rolle; sie ist das Verhältnis zwischen höchster und niedrigster Spannung einer Darbietung. Für die Feststellung der niedrigsten Spannung dienen nicht die Pausen, sondern die wirklich leiseste Stelle der Darbietung; ob ein Störer stört oder nicht, soll also nach dieser Festsetzung in der Weise festgestellt werden, ob er an einer Pianissimostelle stört und nicht in einer Pause. Das passt sich zwar dem Charakter des gesprochenen schlecht an, da dieses doch zur Hauptsache aus lauten Stellen und Pausen besteht; aber bei dieser extremen Dynamik versagt die eindeutige Festlegung des zulässigen Störwertes ohnehin, da sich der Hörer bei Sprache wahrscheinlich auf verschiedene «zulässige Störwerte» einstellen kann.

Auf Grund dieser Begriffe kann als Mass der erforderlichen Entstörung ein gerade noch zulässiges Verhältnis aus «Störwert/höchster Nutzwert» zahlenmässig definiert werden. Nach vielen Versuchen internationaler Sachverständiger hat das Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques [1]) bereits 1934 als erforderlichen Wert für dieses Verhältnis die Zahl $\frac{1}{100} = 40$ db festgelegt.

Für Messungen auf diesem Gebiet muss man ein Instrument haben, das auf die Lautstärke der Geräusche gerade so reagiert wie das menschliche Ohr; ein Einzelknack erscheint uns nur etwa ⅓ so laut wie ein Geräusch aus einer andauernden raschen Folge der gleichen Knacke (gleich im Sinne von gleich grossen Spannungsstössen an den Klemmen des Lautsprechers).

Dieses Verhalten wird im Geräuschwertzeiger Fig. 1 dadurch erreicht, dass man die Aufladezeitkonstante des Kondensators C zu $C \cdot R_1 = 0,85$ ms, die Abklingzeitkonstante dagegen zu $C \cdot R_2 = 170$ ms wählt. Vom Einzelimpuls bis zu einer Impulsfrequenz von 20 Hz wächst dadurch der Ausschlag dieses Impulsmessers im Verhältnis 1 : 3 und bleibt für höhere Frequenzen konstant. Bei Musik und auch bei Sprache zeigt dieser Geräuschwertzeiger ziemlich genau den

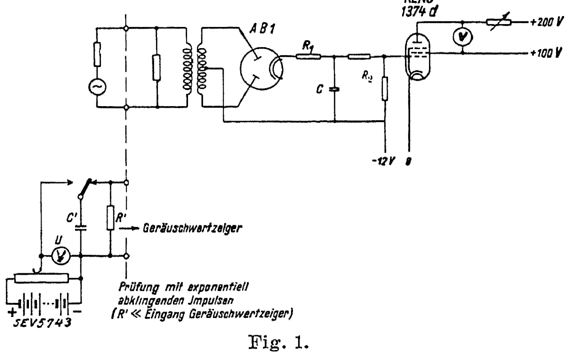


Fig. 1.
Grundsätzliches Schema des Geräuschwertzeigers.

Spitzenwert, und zwar deshalb, weil sich bei Sprache und Musik die auftretenden Spitzen jeweilen schnell hintereinander ziemlich oft, mindestens aber während 0,2 s (Dauer eines Logatoms) wiederholen; sie wirken dadurch wie ein mindestens 0,2 s lang dauernder Ton, was genügt, den Geräuschwertzeiger voll ausschlagen zu lassen. Der Geräuschwertzeiger Fig. 1 ist also auch sehr gut zur Messung der

(Fortsetzung auf S. 608.

[1]) Bull. SEV 1935, Nr. 23, S. 661.

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

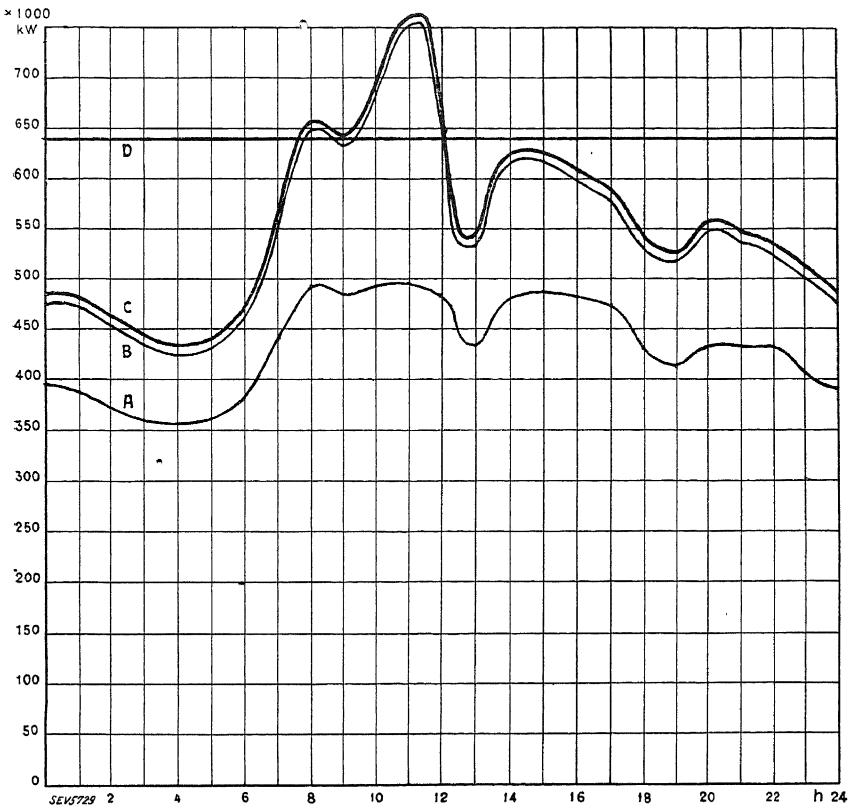
La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*)											Accumulation d'énergie*)				Exportation d'énergie *)	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36		1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	— 10	104,4	119,2
Mai	368,7	388,5	0,2	0,2	9,0	7,0	—	—	377,9	395,7	+ 4,7	318	438	+ 67	+ 47	122,4	138,6
Juin	334,0	368,0	0,4	0,2	8,1	6,7	—	—	342,5	374,9	+ 9,5	455	534	+137	+ 96	117,2	129,6
Juillet	378,0	365,6	0,3	0,3	8,3	7,0	—	—	386,6	372,9	— 3,5	522	653	+ 67	+119	141,6	121,1
Août	390,4	366,4	0,4	0,2	8,3	6,9	—	—	399,1	373,5	— 6,4	572	672	+ 50	+ 19	148,9	125,8
Septembre .	381,0		0,3		7,9		—		389,2			589		+ 17		145,9	
Année	**4348,8**		10,2		57,7		13,6		**4430,3**			—		—		**1349,8**	
Oct.-Août . .	**3967,8**	**4203,7**	9,9	8,0	49,8	47,4	13,6	4,2	**4041,1**	**4263,3**	+ 5,5					**1203,9**	**1327,8**

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																Différence par rapport à l'année précédente[5])
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		
	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	1934/35	1935/36	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21,3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1	21,1	23,1	35,6	17,7	16,8	52,4	44,2	214,8	216,6	253,3	257,3	+ 1,6
Mai	94,3	93,6	46,0	43,4	21,2	23,7	23,6	32,6	17,3	16,9	53,1	46,9	215,4	217,8	255,5	257,1	+ 0,6
Juin	85,7	90,3	43,0	42,9	19,2	21,4	20,6	29,3	17,1	16,8	39,7	44,6	199,4	208,3	225,3	245,3	+ 8,9
Juillet	91,6	91,5	47,7	44,7	19,6	24,3	21,4	30,7	18,5	18,2	46,2	42,4	216,0	215,0	245,0	251,8	+ 2,7
Août	94,3	91,9	49,0	43,1	20,3 (5,4)	24,6 (5,6)	21,2 (21,2)	25,5 (25,5)	18,6	18,3	46,8 (1,6)	44,3 (0,4)	222,0	216,2	250,2 (28,2)	247,7 (31,5)	— 1,0
Septembre .	94,7		47,2		18,5		20,0		17,9		45,0		217,3		243,3		
Année	**1225,3**		563,3		223,5 (54,0)		229,2 (229,2)		244,5		594,7 (47,8)		**2749,5**		**3080,5** (331,0)		
Oct.-Août . .	**1130,6**	**1130,0**	516,1	486,6	205,0 (48,6)	228,8 (47,6)	209,2 (209,2)	346,4 (346,4)	226,6	220,7	549,7 (47,2)	523,0 (20,5)	**2532,2**	**2521,0**	**2837,2** (305,0)	**2935,5** (414,5)	+ 3,5 (+ 35,9)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.
1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.
2) Chaudières à électrodes.
3) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.
4) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.
5) Concerne les colonnes 16 et 17.
6) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 12 août 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D) . .	640
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1295

2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)

A—B Usines à accumulation saisonnière

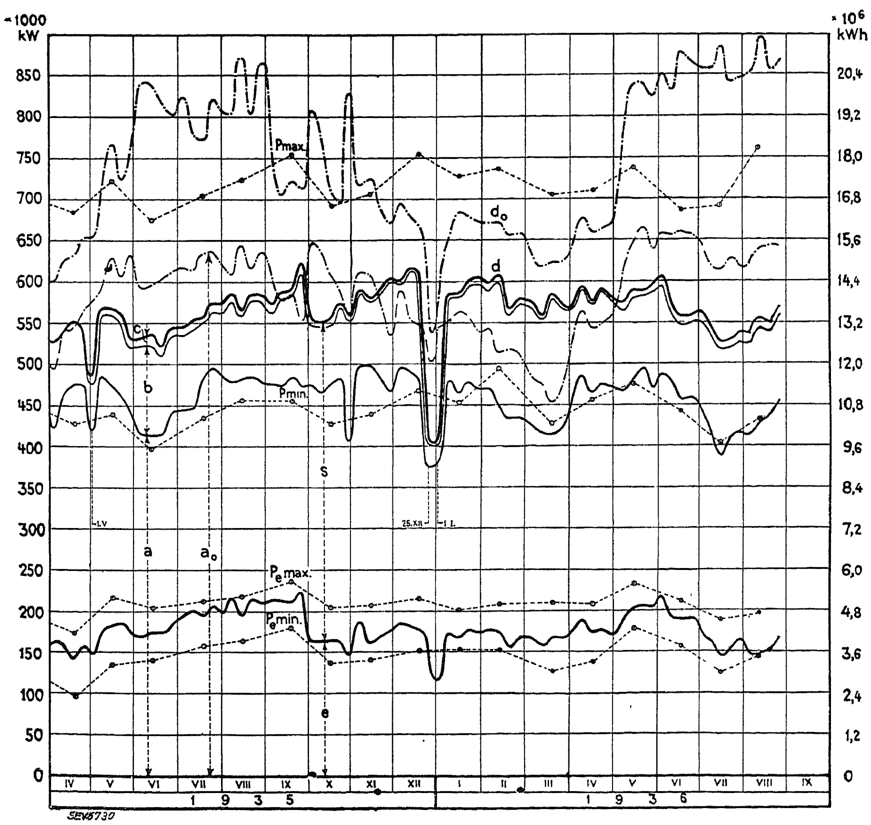
B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	10,3
Usines à accumulation saisonnière . .	2,8
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 12 août 1936 . .	13,1
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 12 août 1936	13,3
Production, samedi le 15 août 1936[1]) . .	9,6
Production, dimanche le 16 août 1936 . .	8,1

[1]) Jour férié dans différentes contrées (Assomption).

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à août 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)

a_0 Usines au fil de l'eau

d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*

a Usines au fil de l'eau

b Usines à accumulation saisonnière

c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation

d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*

s dans le pays

e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément

$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Senderaussteuerung zu gebrauchen. Durch Anschluss eines logarithmischen Verstärkers lässt sich der ablesbare Bereich des Gerätes auf 45 db erweitern, was für fast alle Dynamikmessungen ausreicht.

Um also Störwert und Nutzwert messen zu können, genügt es, den Impulsgeber (Fig. 1 unten) mit einer bestimmten Spannung *U* und ausreichender Frequenz auf den Geräuschwertzeiger arbeiten zu lassen und den Ausschlag mit *U* zu vergleichen. Diese Messung, mit mehreren *U* wiederholt, ergibt die Eichung des Geräuschwertzeigers.

Rundspruchsenders Berlin aufgezeichnet. Als Eichpunkt diente dabei der Messton von 800 Hz, der täglich von diesem Sender mit 70 % Modulation emittiert wird. Aus den Registrierstreifen kann die Dynamik entnommen werden. Die Auswertung erfolgte für die verschiedensten Darbietungen in Form von Häufigkeitssummenkurven; dabei wurde in logarithmischem Maßstab als Abszisse die vom Geräuschwertzeiger angezeigten Modulationen des Senders und als Ordinate der Prozentsatz der Spieldauer, während der diese Modulation *nicht* erreicht wurde, aufgetragen. Fig. 2 zeigt drei

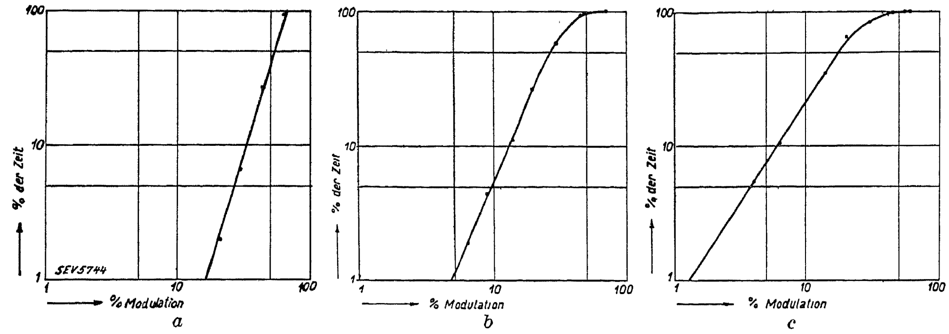


Fig. 2.
Häufigkeitssummenkurven.
a) Blasorchester (Prinz-August-Marsch).
b) Kammermusik (Cello und Klavier).
c) Sprache (Hörspiel).

Die Beurteilung des zulässigen Störwertes hängt etwas von der Darbietung ab. Damit von mehreren Personen bei der gleichen Darbietung das Verhältnis · Störwert/Nutzwert festgestellt werden konnte, wurden für die Darbietungen Grammophonplatten und verschiedene Störquellen benutzt. Man misst zuerst die Dynamik. Macht man dann bei normaler Lautstärke der Darbietung den Störer so laut, dass er an den lautesten Stellen gerade nicht mehr hörbar ist und multipliziert das so erhaltene Verhältnis von Stör- zu Nutzwert mit der Dynamik, so erhält man das gesuchte Verhältnis des gerade noch zulässigen Störwertes zum höchsten Nutzwert. Die so für die verschiedensten Darbietungen erhaltenen Werte liegen für Musik zwischen $^1/_{70}$ und $^1/_{100}$ und betragen für Sprache $^1/_{150}$ (Störer : Kontakt, 5 Hz) bis $^1/_{240}$ (Störer : Ventilator).

Ferner wurde ein elektrisches Schreibgerät an den Geräuschwertzeiger angeschlossen und die Aussteuerung des typische Beispiele. Die Dynamik ist also je nach dem Charakter der Darbietung sehr verschieden; bei Tanzmusik und Märschen beträgt sie etwa 18 db, bei Gesang, Sprache und Orchesterstücken aber bis 41 db. In musikalischen Darbietungen grosser Dynamik werden die Störungen gerade an den leisen Stellen am stärksten empfunden. Es ist jedenfalls nicht angängig, dass die Störung in mehr als 5 % der ganzen Spieldauer hörbar wird. Legt man diesen Wert als Norm zugrunde, so wird das Verhältnis «Störwert/höchster Nutzwert» $\cong \frac{1}{100}$ und die Störung wäre bei der Darbietung Fig. 2a überhaupt nicht, bei Fig. 2b während 0,5 % und bei Fig. 2c während 3 % der gesamten Darbietungszeit hörbar. Das erscheint zulässig; der Wert $^1/_{100}$ ist also auch durch diese Messungen als richtig bestätigt. — (*K. Müller* u. *U. Steudel*, Veröff. a. d. Gebiete d. Nachrichtentechn., Band 5 [1935], Heft 2.) *H. B.*

Miscellanea.

Centenaire d'André-Marie Ampère. Le centenaire de la mort d'André-Marie Ampère (10 juin 1936) a été célébré à Lyon du 5 au 8 mars 1936 sous la présidence d'honneur de M. Louis Lumière. Les diverses manifestations prévues à cette occasion comprenaient deux catégories de séances; dans les unes, d'un caractère solennel, furent soit magnifiée l'œuvre d'Ampère, soit révélés certains aspects de l'homme et du savant, ou encore démontrée l'universalité de son œuvre; dans les autres, furent présentés des rapports scientifiques ou techniques sur les sujets dont la base est, pour la plupart, constituée par les lois formulées à la suite des découvertes d'Ampère.

Un compte-rendu détaillé de ces manifestations figure dans la Revue Générale de l'Electricité du 21 mars et du 11 avril 1936.

La séance solennelle au Grand Théâtre, le 8 mars, fut le point culminant de ces fêtes. Les délégations d'une trentaine de pays vinrent y rendre hommage à la mémoire du grand savant français. L'Association Suisse des Electriciens y était représentée par M. R. A. Schmidt, Président de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, remplaçant le Président de l'Association Suisse des Electriciens, M. M. Schiesser qui, à son grand regret, fut empêché au dernier moment d'assister à ces cérémonies. Comme les autres délégations étrangères, M. Schmidt remit une adresse dont le texte, rédigé par M. C. E. Guye, Professeur à l'Université de Genève, était conçu en ces termes:

L'Association Suisse des Electriciens a l'honneur de s'associer à l'hommage universel rendu le 8 mars prochain à la mémoire de

ANDRE-MARIE AMPERE.

Non seulement les géniales découvertes d'Ampère ont largement contribué à donner à la Physique actuelle son orientation électromagnétique, mais elles ont été le point de départ d'une transformation complète des conditions de la vie moderne.

Notre pays, si riche en forces naturelles, a bénéficié tout particulièrement de ce magnifique et prodigieux développement. Aussi l'Association Suisse des Electriciens est-elle heureuse de venir, en son nom, offrir à la mémoire de votre illustre compatriote un juste tribut d'admiration et de reconnaissance.

Zurich, le 1er mars 1936.

Au nom de l'Association Suisse des Electriciens:

Le Président: (sig.) M. Schiesser.
Le Secrétaire général: (sig.) A. Kleiner.

Une Exposition Scientifique de l'Electricité, organisée au Palais de la Foire Internationale de Lyon, montra l'importance et les derniers aboutissements des découvertes d'Ampère dans le domaine technique, industriel et social. Les Postes françaises ont émis de leur côté un timbre avec le portrait d'Ampère.

Une «fondation scientifique André-Marie Ampère» fut créée, dotée d'un capital de 150 000 ffr., dont la gérance est confiée à la Société des Amis d'André-Marie Ampère, présidée par M. Louis Lumière. Chaque année, les revenus en seront consacrés soit à l'attribution d'une bourse à un jeune,

soit à un prix qui récompensera des travaux dans le domaine de l'électricité.

Le centième anniversaire de la mort d'Ampère, qui tombait exactement sur le 10 juin 1936, fut célébré en présence de M. le Président de la République Française le 9 juin 1936 à Lyon et le 10 juin à Paris. (Voir Rev. gén. Electr. du 11 juillet 1936.)

---

38. Mitgliederversammlung des VDE. Die heurige (38.) Jahresversammlung des VDE fand vom 2. bis 4. Juli in dem neuen Kongressgebäude des Deutschen Museums in München statt. Erstmals wurde dabei im Rahmen dieser glanzvollen und inhaltsreichen Tagung die glückliche Idee eines «*Jungingenieur-Treffens*» durchgeführt, dem ein voller Erfolg beschieden war. Dieses Jungingenieur-Treffen entsprang dem bedeutungsvollen Bestreben des VDE, den technischen Nachwuchs mit allen Mitteln zu fördern.

Ueber den Verlauf der Tagung, an der sehr viel geboten wurde, ist in der ETZ vom 30. Juli eingehend berichtet; man findet darin einen allgemeinen Bericht, ferner die Ansprache von Staatssekretär Ohnesorge über «Grundlagen und Ziele elektrotechnischen Arbeitens», den Hauptvortrag von Professor Petersen über «Bedeutung von Forschung und Entwicklung für die Elektrotechnik», die Ansprache von G. Müller über «Die Jungingenieurarbeit des VDE» und Kurzberichte über die reichhaltige Arbeit der «Fachberichtgruppen». Die Fachberichte werden wie üblich in einem Sonderband herausgegeben; wir werden auf diese sehr wichtige Veröffentlichung zurückkommen, sobald sie vorliegt.

Eine **Vorlesung über «Wanderwellenvorgänge in Hochspannungsanlagen»** hält im kommenden Wintersemester Herr Privatdozent Dr. *K. Berger* in der Eidg. Tech. Hochschule in Zürich. Die erste Vorlesung und zugleich die definitive Festsetzung der Vortragsstunden findet Freitag, den 23. Oktober, von 18 bis 19 Uhr, im Hörsaal II des Maschinenlaboratoriums der ETH statt.

Die Darstellung der Erscheinungen, die der Vortragende als Versuchsingenieur der Kathodenstrahloszillographenkommission des SEV seit Jahren selber bearbeitet, dürfte auch für Betriebsleute manches Interessante bieten, um so mehr, als die behandelten Fragen wegen ihrer praktischen Bedeutung und der in den letzten Jahren erfolgten intensiven Bearbeitung heute im Vordergrund des Interesses der Hochspannungstechnik stehen.

Literatur. — Bibliographie.

534.84 *Nr. 1212*

Elektroakustische Untersuchungen in Hallräumen. Von *Hans Frei*. 99 S., 16 × 23 cm, 48 Fig. Verlag: Franz Deuticke, Leipzig und Wien 1936. Preis: RM. 4.—.

Bei der bekannten Kompliziertheit raumakustischer Probleme war die Weiterentwicklung der Raumakustik über ihre einfachsten, vor allem durch Sabine gelegten Anfänge hinaus in erster Linie eine Frage der Entwicklung der Schallmesstechnik und der Schaffung reichlicher und zuverlässiger experimenteller Grundlagen. Es bedeutete daher eine zeitgemässe Aufgabe, wenn H. Frei den Nachhallraum der ETH (Akustisches Institut) einer «akustischen Vermessung» unter den verschiedensten Bedingungen unterzog, und im Zusammenhang damit zahlreiche theoretische, messtechnische und physiologische Fragen in die Diskussion mit hineinbezog.

Das Buch ist im wesentlichen in folgende Teile gegliedert: I. Theorie des raumakustischen Interferenzfeldes; II. Experimentelle Untersuchungen im Hallraum (A. Messmethoden und Apparate, B. Wirkungsweise kassettierter Wände); III. Aurale Untersuchungen im Hallraum (A. Physiologische Betrachtungen, B. Bemerkungen zur Hörsamkeit). Wer sich in die Raumakustik einarbeiten will, erhält einen recht vollständigen und anregenden Ueberblick; der Praktiker, der schon längere Zeit mit diesem Gebiete sich befasst hat, wird manches interessante Resultat finden. So z. B. die zahlreichen Aufnahmen der Schalldruckverteilung bei stark reflektierenden, stark absorbierenden und mit Holzkassetten verschiedener Form bekleideten Wänden, die solcher Wandbeschaffenheit entsprechenden Nachhall- und Anhallkurven, Modellversuche mit Anwendung der Schallwellenphotographie usw. Die Untersuchungen von Frei enthalten Ansätze für interessante Weiterentwicklungen: so hat er die Bedeutung des Mitschwingens der Wände oder von Wandteilen erkannt (Mitschwingen der Kassettierungen), die Bedeutung des Holzes als Wandverkleidung zur Erzielung einer frequenzunabhängigen Absorption und damit einer günstigen Raumakustik, die Wichtigkeit des Studiums der nicht stationären Vorgänge (u. a. auch von Tonimpulsen) im Zusammenhang mit physiologischen Beobachtungen. Das Buch ist flüssig geschrieben und enthält sehr zahlreiche Literaturnachweise. *Tank.*

621.396.029.6 *Nr. 1271*

Physik und Technik der ultrakurzen Wellen. Von *H. E. Hollmann.* Bd. I: Erzeugung ultrakurzwelliger Schwingungen. 326 S., 16,5×24 cm, 381 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1936. Preis: gb. RM. 36.—.

Unter ultrakurzen Wellen versteht man den Spektralbereich elektromagnetischer Schwingungen von 10 Meter Wellenlänge herab bis gegen die langwellige Grenze des Ultrarot. Den Bereich der Wellen von wenigen Dezimetern, bzw. Zentimetern Länge bezeichnet man zudem oft noch als Dezimeterwellen oder Mikrowellen. Die Technik interessiert sich für diese Wellen wegen ihrer Verwendbarkeit für scheinwerferartiges Richtsenden, noch mehr aber wegen der Möglichkeit, auf ihnen extrem breite Modulationsbänder, wie sie z. B. beim Fernsehen vorkommen, drahtlos zu übertragen. Wer schon Gelegenheit hatte, sich mit diesem Wellengebiet zu befassen, weiss, wie ausgedehnt, aber auch wie zerstreut die einschlägige Literatur ist.

Hier einmal das gegenwärtige Wissen unserer Zeit zu sammeln, und übersichtlich und in interessanter Form darzustellen, bedeutete eine ebenso mühsame wie verdienstvolle Aufgabe, die von Hollmann in seinem Buche unseres Erachtens in der glücklichsten Weise gelöst wurde. Das vorliegende Werk, von dem der erste Band, Erzeugung ultrakurzwelliger Schwingungen, erschienen ist, stellt ein sehr vollständiges Handbuch der ultrakurzen Wellen dar. Eine Nachprüfung des Quellennachweises ergibt, dass wohl die gesamte heutige Literatur berücksichtigt ist. In einem Gebiet, welches noch so in Entwicklung begriffen ist, und wo es in manchem an den theoretischen Grundlagen fehlt [leider konnte die wertvolle Arbeit von Dick, Sonderheft ENT Bd. 13 (1936), Heft 1, nicht mehr berücksichtigt werden], dürfte es, entsprechend dem Vorgehen von Hollmann, das zweckmässigste sein, den Stoff zwar nach leitenden Gesichtspunkten zu gliedern, dabei aber eher eine gewisse Vollständigkeit anzustreben, als auf Grund bestimmter Anschauungen eine einseitige Auswahl zu treffen. Der vorliegende Band ist folgendermassen eingeteilt: Einleitung; erstes Kapitel: Die Erzeugung quasioptischer Wellen durch Funkenerregung; zweites Kapitel: Die Erzeugung ultrakurzer Wellen durch Rückkopplung; drittes Kapitel: Die Bremsfeldmethode; viertes Kapitel: Das Magnetron; fünftes Kapitel: Die Erzeugung ultrakurzer Wellen durch Elektronenströmungen; Quellennachweis, Sachverzeichnis. Auf das viele Wertvolle, das hier im einzelnen zusammengetragen und gesichtet ist, näher einzugehen, verbietet uns der Raum. Das Buch wird grosse Verbreitung finden und dem wissenschaftlich tätigen Ultrakurzwellentechniker ein unentbehrliches Nachschlagewerk sein. *Tank.*

620.9 *Nr. 1189*

Energiewirtschaft. Grundlagen und Kostenaufbau der Gewinnung, Veredlung und des Verbrauches von Kohle, Erdöl, Gas und Elektrizität für Kraftmaschinen, Heizdampfverbraucher und Oefen in Gewerbe, Haushalt und Verkehr. Von *Th. Stein.* 158 S., 20×28 cm, zahlreiche Fig. und Zahlentafeln. Verlag: Julius Springer, Berlin 1935. Preis: geb. RM. 36.—.

Der Verfasser stellt sich im Vorwort die Behandlung von vier Hauptproblemen für das Gesamtgebiet der Energiewirtschaft zur Aufgabe:

1. Begründung der Erscheinung, dass die gleiche technische Aufgabe in verschiedenen Ländern anders beurteilt und gelöst wird.
2. Darstellung und Erläuterung der technischen Verfahren im Gebiete der Energiewirtschaft.
3. Massnahmen zur Steigerung der Durchsatzgeschwindigkeit als Mittel zur Senkung der Anlagekosten.
4. Ermittlung des wirtschaftlichen Optimums der Gesamtkosten und Kostenverteilung auf die erzeugten Produkte.

Die blosse Aufzählung der Probleme erweckt die Frage, auf welche Weise sich der Verfasser damit auseinandergesetzt hat und in welchem Grade ihm die Herausarbeitung von Antworten und Richtlinien gelungen ist. Das vorliegende Werk enthält ein ausserordentlich reichhaltiges Material in sehr gedrängter Form. Im 1. Kapitel werden auf 40 Seiten die technischen Grundlagen der Energiewirtschaft an Hand von Zeichnungen mit Begleittext dargestellt. Die folgenden Kapitel behandeln die wirtschaftlichen Fragen, den Kostenaufbau der Rohstoffe, die Erzeugung und Verteilung der verschiedenen Energieformen unter Verwendung einer überwältigenden Fülle von Zahlenangaben und Literaturnachweisen. Unter der Häufung des mitgeteilten Materials ist die Uebersicht leider etwas zu Schaden gekommen. Das Werk ist, möglicherweise mit Absicht des Verfassers, eher zu einem Lexikon geraten, als zu einer Darstellung der Energiewirtschaft und wird in dieser Eigenschaft wertvolle Dienste erweisen. Zwei Stellen können nicht unbeanstandet bleiben: Gleich in den ersten drei graphischen Darstellungen der Energiebilanzen im Jahre 1929 wird die Energie aus Wasserkraft in (ausgebauten) PS angegeben, statt in erzeugten PSh oder kWh. Auf Seite 57 wird ferner unglücklicherweise behauptet, mit dem Geldwert eines Gutes werde der darin enthaltene Aufwand an menschlicher Arbeitskraft gemessen und für Goldgeld mit der Menschenarbeit bei der Goldgewinnung verglichen. Diese Aussetzungen sollen die Bedeutung des Werkes nicht vermindern, das viele Anregungen bietet und einen ausserordentlich nützlichen Beitrag auf seinem Gebiete darstellt. *W. Sch.*

Firmenkataloge.

Die **Maxim A.-G.**, Fabrik für thermo-elektrische Apparate, Aarau, verschickte soeben einen neuen Hauptkatalog, dem die neuesten Brutto- und Nettopreislisten beigefügt sind. Der reichhaltige Katalog umfasst etwa 140 Seiten und ist in 10 Teillisten aufgelöst, die in einem praktischen Ringbuch vereinigt sind. Aus dem umfassenden Fabrikationsprogramm der Firma seien hier nur erwähnt die praktischen Kochherde, die hochbelastbaren Schnell-Kochplatten mit Zickzackwicklung (22-cm-Platte mit 3 kW Leistungsaufnahme), die Heisswasserspeicher, worunter diejenigen mit Frischwarmwasserspender, die vielerlei Kleinapparate, die Oefen und Strahler für Raumheizung, die Heizbatterien für Grossheizung, die Kirchenheizungen, die Grossküchenapparate und schliesslich die interessanten Hoferstäbe mit ihren vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. Jeder Käufer elektrothermischer Apparate wird diesen Katalog gerne und mit Gewinn konsultieren.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 septembre 1936.

Camille Bauer S. A., Elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, *Bâle* (Repr. général de la firme Voigt & Haeffner A.-G., Francfort-sur-le-Mein).

Marque de fabrique:

Interrupteur rotatif 380 V, 15 A ~.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune (b) ou crème (c).

No. 15 Db, c: interrupteur ordinaire, unipolaire, schéma 0.

Prises de courant.

A partir du 15 septembre 1936.

Busovis S. A., Fabrique d'articles électriques, *Binningen/Bâle.*

Marque de fabrique: STAG

Prises de courant murales, bipolaires, 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux mouillés.

Exécution: socle en matière céramique; boîtier en résine synthétique brune.

No. 1640: exécution normale pour fiches avec tiges de 4 mm resp. une tige de 4 et une de 5 mm.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès selon le § 7 des «Conditions techniques pour lampes à incandescence» (voir Bulletin ASE 1935, No. 20, page 581), le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé à la firme mentionnée ci-dessous, à partir du 15 sept. 1936, pour les

Lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, échelonnées selon la puissance absorbée, pour une durée nominale de 1000 heures.

«ESA» Einkaufs-Genossenschaft für das schweiz. Autogewerbe, Berne (Repr. de Aktiebolaget Hammarbylampan, Stockholm).

Marque: «LUMA».

Puissances nominales: 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150 et 200 W.

Tensions nominales: entre 110 et 250 V.

Genre d'exécution: forme de goutte ou de boule; transparente ou dépolie intérieurement; socle Edison ou à bayonnette.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 septembre 1936.

AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich (Repr. de Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Aspirateurs de poussière «Vampyr 100»,
165 W pour les tensions 125, 150, 220 et 250 V.

Aspirateurs de poussière «Vampyr 300»,
175 W pour les tensions 125, 150, 220 et 250 V.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 3 octobre est décédé à Stansstad, à l'âge de 57 ans seulement, des suites d'une opération, Monsieur *Gaston Guex*, ingénieur, directeur du Chemin de fer Stansstad-Engelberg, membre de l'ASE depuis 1919, de 1919 à 1921 membre du comité de l'UCS en tant que directeur du Service des eaux et de l'électricité d'Horgen. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil et à l'entreprise qu'il dirigeait.

Un article nécrologique suivra.

Le 5 octobre est décédé à Zoug, à l'âge de 80 ans, Monsieur *Albert Utinger*, ancien directeur, membre de l'ASE depuis 1891, en son temps un des collaborateurs les plus actifs de l'ASE. Nos plus sincères condoléances à la famille en deuil.

Un article nécrologique suivra.

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Dans sa 4[e] séance, du 2 septembre 1936, l'office de la station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électro-domestiques a examiné un premier projet de «conditions techniques pour fers à repasser», quelques propositions de la station d'essai des matériaux de l'ASE relatifs à des modifications ou précisions à apporter aux feuilles de normes de la SNV pour cuisinières électriques, ainsi qu'un rapport destiné à être publié au Bulletin sur des essais de cuisson avec récipients de différentes grandeurs posés sur une même plaque de grandeur donnée [1]). En outre, l'office prit connaissance d'un rapport de la station d'essai sur des essais effectués pour le compte de l'UCS avec des plaques de cuisson de construction récente. Les membres de l'UCS peuvent obtenir ce rapport (rapport UCS 106/36) au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

[1]) Voir Bull. de l'ASE, No. 20, p. 565.

Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification.

En vertu de l'article 25 de la loi fédérale du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, et conformément à l'article 16 de l'ordonnance du 23 juin 1933 sur la vérification des compteurs d'électricité, la commission fédérale des poids et mesures a admis à la vérification les systèmes de compteurs d'électricité suivants, en leur attribuant le signe de système indiqué:

Fabricant: *Moser, Glaser & Co., Basel.*

S 55 — Transformateur de courant avec circuit magnétique supplémentaire, excité par le courant secondaire, types StLV 1—10, StMV 1—10, StOV 1—10, pour 50 et 16⅔ pér./s.

S 56 — Transformateur de courant à une et plusieurs spires, avec circuit magnétique supplémentaire, excité par le courant secondaire, types StDkV 0.5—10, StDüV 1—10, StDkwV 0.5—10, StDüwV 1—10, pour 50 et 16⅔ pér./s.

Fabricant: *Maschinenfabrik Oerlikon.*

S 57 — Transformateur de courant à barre, types PSW 2, PSW 4, pour 40 pér./s et plus.

Fabricant: *E. Pfiffner & Co., Hirschthal.*

S 24 — Adjonction au transformateur de tension, types Eagv, Eaagv, Eafv, Eaafv, pour 50 pér./s.

Fabricant: *AEG Elektrizitäts A.-G., Berlin.*

S 103 — Compteur de précision, compteur pour courant alternatif à deux systèmes moteurs, type DO8P.

Berne, le 1[er] septembre 1936.

Le président de la commission fédérale des poids et mesures:
J. Landry.

Directives pour parafoudre.

Ces directives, élaborées par la commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique, ont été approuvées le 31 juillet 1936 par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS qui les a déclarées en vigueur à partir du 1[er] octobre 1936.

I. Introduction.

L'étude des orages entreprise au cours de ces dernières années, ainsi que la mise au point et l'emploi de l'oscillographe cathodique, ont permis de déterminer la forme, la valeur et la fréquence des surtensions d'origine atmosphérique engendrées dans les lignes électriques aériennes. On a pu ainsi poser les bases de la protection contre les surtensions, dont le but est d'éviter la formation de surtensions dues aux orages ou d'empêcher tout au moins leurs effets dangereux ou perturbateurs.

Pour supprimer la formation de surtensions d'origine atmosphérique dans les lignes à très haute tension de service, on peut, jusqu'à un certain point, avoir recours à des mesures qui intéressent la ligne elle-même et qui ne rentrent pas dans le cadre de ces directives. Pour les lignes à moyenne et à faible haute tension, en particulier pour les lignes sur poteaux en bois, cette suppression est souvent irréalisable sans dépenses exorbitantes. Dans ce cas, il faut chercher à éviter les *effets* dangereux ou perturbateurs des surtensions. Ces effets ont une grande importance pour les installations branchées sur des lignes aériennes, surtout lorsque celles-ci sont sur poteaux en bois. Le but des parafoudres est donc d'éviter dans l'installation (centrale, sous-station, poste de transformation ou de couplage) des contournements et des avaries qui, sans ces appareils, pourraient se produire par suite de l'arrivée d'ondes de surtension provenant des lignes aériennes.

La tâche de ces parafoudres est d'absorber et de conduire à la terre une partie au moins du courant transporté par l'onde de surtension. La tension contre terre qui, sans protection, atteindrait des valeurs inadmissibles (surtout dans une station en tête de ligne), peut être ainsi maintenue aux bornes du parafoudre à une valeur plus basse et sans danger pour l'installation.

La valeur admissible de la tension électrique dépend naturellement du degré et de l'état d'isolement de l'installation à protéger. La tension aux bornes du parafoudre ne doit atteindre en aucun cas une valeur telle que la tension de contournement par choc soit atteinte ou même dépassée pour l'isolement d'une partie quelconque de l'installation. Pour être réellement efficace, un parafoudre doit donc fonctionner

instantanément lors de l'apparition d'une surtension et, en outre, ramener la tension de l'onde à une valeur suffisamment basse.

Le parafoudre ne doit donc pas nécessairement absorber tout le courant du coup de foudre, mais seulement une partie du courant de l'onde engendrée par celle-ci, car les conditions des essais se rapportent en premier lieu aux coups de foudre qui ne frappent pas la ligne à proximité immédiate de la station protégée. Quand il s'agit de coups de foudre à proximité immédiate d'une station ou, pour être plus exact, de coups de foudre dont la durée de parcours de l'onde entre le point frappé de la ligne et la station (ou le parafoudre) est sensiblement plus brève que la moitié de la durée de mi-amplitude [1]) du courant de foudre, le courant dans le parafoudre s'amplifie par oscillations jusqu'à des valeurs qui peuvent atteindre un multiple de la valeur de l'onde d'essai.

Les coups de foudre à proximité immédiate d'une station étant plutôt rares, les parafoudres assureront la protection attendue dans la plupart des cas, s'ils satisfont aux exigences mentionnées ci-après pour les essais. Pour caractériser en outre le fonctionnement des appareils de protection en cas de coups de foudre *à proximité* d'une station (surtout dans le cas de lignes sur poteaux en bois), les directives spécifient que ces parafoudres, dont le pouvoir d'écoulement [2]) du courant est, selon les indications du fabricant, plus grand que la valeur minimum exigée, doivent être essayés également avec ce courant indiqué.

A l'exigence d'une *protection suffisante* imposée au parafoudre vient s'en ajouter une seconde non moins importante: la *sécurité de fonctionnement* en service. Lorsque la surtension a cessé ou lorsque la partie du courant soutiré à l'onde de surtension a été évacuée par le parafoudre, les bornes de ce dernier sont généralement encore le siège d'une certaine tension, à savoir la tension de phase ou la tension composée entière du réseau que le parafoudre doit protéger. Du fait de cette tension, le parafoudre est généralement parcouru par un courant fourni par les génératrices du réseau protégé. Pour ne pas être avarié lui-même, le parafoudre doit interrompre automatiquement et aussi rapidement que possible ce courant de service subséquent.

L'essai d'un parafoudre doit donc tenir compte des points qui viennent d'être indiqués. La question de la valeur de la contrainte de choc du parafoudre a une importance toute particulière. L'onde de surtension qui parcourt une ligne aérienne *dont les supports d'isolateurs sont mis à la terre* et se dirige vers une installation électrique ne peut jamais dépasser la valeur de la tension de contournement par choc de ces isolateurs. Cette onde maximum possible ne se présente naturellement que fort rarement, de sorte que dans la plupart des cas où il fonctionne, le parafoudre n'a que des ondes plus faibles à absorber. Par contre, dans les lignes aériennes *sur poteaux en bois* (sans mise à la terre des supports d'isolateurs), la surtension au point frappé n'est limitée que par la tension de contournement par choc des poteaux en bois et peut donc atteindre quelques millions de volts. La hauteur de l'onde est limitée le long de la ligne, lorsque celle-ci comporte quelques pylônes en fer ou lorsque des haubans métalliques ou autres relient le sommet d'un poteau au sol. La hauteur de l'onde d'une forte surtension est en outre réduite du fait des grandes pertes par effluves le long des conducteurs et des isolateurs.

La contrainte par choc d'un parafoudre dépend de la hauteur de l'onde de surtension, lorsque le coup de foudre se produit sur la ligne à une distance suffisante du parafoudre. Par contre, les coups de foudre sur la ligne à environ 1 km seulement de l'installation à protéger provoquent dans le parafoudre un courant qui peut s'amplifier pas oscillations.

Pour cette raison, ainsi que pour d'autres raisons d'ordre constructif en particulier, ces directives prescrivent les valeurs du courant et non pas celles de la tension des ondes d'essai. Pour tenir compte des considérations économiques du problème de la protection contre les surtensions, il n'est pas seulement prescrit une seule valeur pour le courant d'essai, mais trois valeurs différentes. Les autres propriétés étant égale, un parafoudre protégera d'autant mieux une installation et se détériorera d'autant moins lors du fonctionnement, que son pouvoir d'écoulement (courant d'essai) est plus élevé. Le chef d'exploitation pourra choisir dans chaque cas entre un prix plus favorable et un pouvoir d'écoulement plus élevé. Ces conditions d'essais doivent être considérées, bien entendu, comme des exigences *minima* auxquelles doivent satisfaire les appareils de protection modernes et qui peuvent être réalisées sans dépenses exorbitantes. Le choix de parafoudres présentant un pouvoir d'écoulement [2]) plus élevé que la valeur minimum exigée est particulièrement indiqué pour les installations raccordées directement à une ligne sur poteaux en bois, c'est-à-dire sans l'interposition de pylônes en fer ou de supports de lignes à isolement réduit entre la ligne et la station.

Ces directives ne précisent pas l'endroit, ni le genre du montage des parafoudres. Dans certains cas, surtout dans les installations étendues, on ne peut constater avec certitude la sûreté de l'effet de protection que par des essais directs.

Pour les tensions de choc, il est d'usage d'indiquer l'amplitude (u_m) et non la valeur efficace; de même pour les courants de choc, l'amplitude (i_m). Pour permettre une comparaison, les valeurs efficaces du courant alternatif (I) et de la tension alternative (U) doivent donc être multipliées par $\sqrt{2}$.

Les présentes directives sont valables aussi bien pour les parafoudres à haute tension que pour ceux à basse tension, mais avant tout pour les parafoudres destinés aux réseaux aériens, qui seuls sont pratiquement soumis dans une large mesure aux effets des coups de foudre. Ces mêmes exigences doivent toutefois être également satisfaites par les parafoudres destinés à des parties de réseaux comportant de petits tronçons sous câble, car ces derniers ne présentent aucune protection notable en vue de réduire l'amplitude des ondes engendrées par les coups de foudre, du moins tant que leur longueur ne dépasse pas plusieurs centaines de mètres (capacité de câble env. 0,1 μF). Par contre, pour les parafoudres destinés aux réseaux entièrement sous câble ou à des tronçons câblés de plusieurs km de longueur entre ligne aérienne et station (parafoudre), les présentes directives ne sont pas applicables sans restriction, car d'une part il est très incertain que des ondes de surtension élevées se forment dans les réseaux sous câble et, d'autre part, les exigences auxquelles doivent satisfaire ces parafoudres devraient être adaptées à l'impédance d'onde du câble.

II. Définitions.

1° Un *parafoudre* est un appareil capable d'absorber en partie les ondes de surtension se dirigeant le long de lignes aériennes ou de câbles vers une installation électrique, de façon que la surtension dans l'installation soit plus faible que celle qui surgirait à cet endroit du réseau s'il n'y avait pas de parafoudre.

2° La *tension nominale* U_N d'un parafoudre est la tension de service normalisée (valeur efficace) pour laquelle le parafoudre est construit.

3° La *tension maximum de service* d'un parafoudre est la tension de service (valeur efficace) la plus forte, en permanence ou passagèrement, à laquelle le parafoudre fonctionne encore normalement, sans modification permanente de ses propriétés.

Afin de tenir compte de la différence entre la tension de production et la tension de consommation, ainsi que des variations normales de la tension de service, on admet généralement que la tension maximum de service d'un parafoudre est de 20 % supérieure à sa tension nominale. Inversément, si la plaque signalétique du parafoudre ne mentionne que la tension maximum de service, on admet que sa tension nominale U_N est de 17 % plus faible.

4° Les *ondes* (onde de tension u_w, onde de courant i_w) sont des ondes électromagnétiques engendrées en particulier par des effets indirects de coups de foudre ou par des coups de foudre directs, qui se déplacent par exemple le long de lignes aériennes à peu près à la vitesse de la lumière.

5° Une *surtension* en un point considéré est la tension contre la terre ou par rapport à un autre conducteur qui dé-

[1]) Voir définition 7.
[2]) Voir définition 15 et tableau I.

passe momentanément, à cet endroit, la valeur de la tension de service normale. La surtension peut avoir une allure quelconque, elle peut être en particulier oscillante ou apériodique.

6° Une *onde de choc* est une onde de brève durée et de polarité uniforme, qui passe rapidement de la valeur zéro à une valeur maximum, puis revient à zéro.

7° Une *tension de choc* est une surtension de brève durée et de polarité uniforme, qui passe rapidement de la valeur

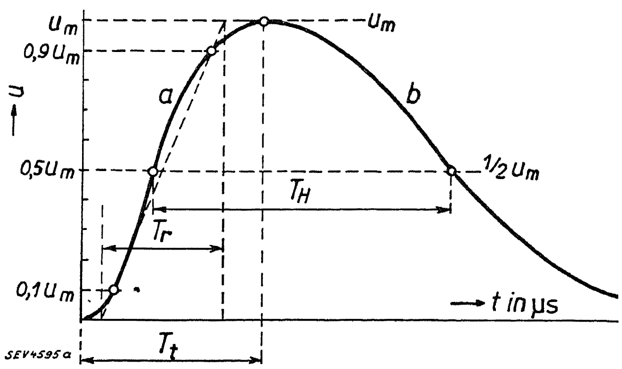


Fig. 1.
Eléments caractéristiques du choc de tension.
a front; *b* queue.

zéro à une valeur maximum, puis revient à zéro. On distingue entre le *front* (partie qui croît) et la *queue* (partie qui décroît), voir figure 1.

On distingue en outre les désignations suivantes:

u_m l'*amplitude* (valeur de crête) du choc, en kV;

T_t la *durée d'accroissement totale* (durée totale du front) du choc, en μs;

T_H la *durée de mi-amplitude* du choc, en μs, c'est-à-dire la durée pendant laquelle la tension de choc est égale ou supérieure à la demi-amplitude ($\frac{1}{2}$ u_m);

$s_x = \frac{du}{dt}$ la *raideur* du choc à un endroit quelconque *x*, en kV/μs;

$s_{moyenne} = u_m/T_t$ la *raideur moyenne* du front du choc, en kV/μs;

$s_m = \left(\frac{du}{dt}\right)_{max}$ la *raideur maximum* du front du choc, en kV/μs, obtenue en traçant la tangente la plus redressée à la courbe du front;

$s_H = \left(\frac{du}{dt}\right)$ (pour $u = \frac{1}{2}\, u_m$) la *raideur à mi-amplitude,* c'est-à-dire la pente du front à mi-hauteur de l'amplitude du choc, en kV/μs;

T_r la *durée d'accroissement réduite* (durée réduite du front) est égale à la durée de l'accroissement de la tension entre zéro et u_m déterminée par la droite reliant les points 0,1 u_m et 0,9 u_m de la courbe (fig. 1). Sauf spécification contraire, on entend dans ce qui suit par *durée du front* la durée T_r;

$s_r = u_m/T_r$ la raideur du front du choc en kV/μs, correspondant à la durée réduite du front T_r et indiquée simplement dans la suite par *raideur du front.*

7*a*° Un *courant de choc* est un courant de brève durée et de polarité uniforme passant par un certain point du réseau et engendré, par exemple, par des ondes de surtension de polarité uniforme. Pour les essais, on utilise de préférence des courants de choc, resp. des ondes de choc ayant la forme apériodique indiquée sur la figure 1. L'amplitude, la durée du front, la durée de mi-amplitude, la raideur et les autres caractéristiques de l'onde de courant, resp. du courant de choc sont définies et désignées d'une façon analogue aux caractéristiques correspondantes de l'onde de tension, resp. de la tension de choc, la lettre *u* étant remplacée par le lettre *i* pour le courant.

7*b*° Une *onde d'essai normale* (choc d'essai normal) pour tension (u_w) et courant (i_w) lors des essais de parafoudre est une onde (resp. un choc) présentant une durée de front de 1 μs $\pm$ 20 % et une durée de mi-amplitude de 25 à 30 μs.

8° La *tension de contournement par choc* $u_ü$ est la valeur maximum de la tension d'un isolateur quelconque mesurée sous une contrainte par tension de choc; quand le contournement a lieu dans le front de l'onde (*a*), c'est la valeur momentanée $u_ü$, et quand il a lieu dans la queue (*b*), c'est l'amplitude u_m de la tension de choc qui entre en ligne de compte (fig. 2).

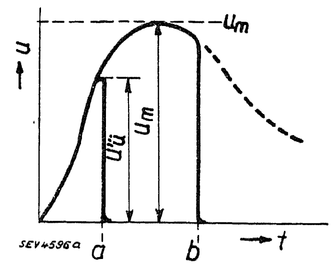


Fig. 2.
Contournement par choc.
a contournement dans le front du choc.
b contournement dans la queue du choc.

8*a*° La *tension minimum de contournement par choc* est l'amplitude u_m de la tension de choc dont l'application provoque dans la moitié des cas un contournement de l'isolateur.

8*b*° Le *rapport d'impulsion* est le rapport entre la tension de contournement par choc et l'amplitude de la tension de contournement (à sec) aux fréquences de 15 à 60 pér./s.

9° La *tension d'amorçage* u_a *d'un parafoudre* est la tension aux bornes à laquelle commence le passage du courant dans le parafoudre; il existe une tension d'amorçage pour courant alternatif et une autre pour tension de choc. La tension d'amorçage par choc dépend de l'allure de la tension de choc. Dans le cas d'une contrainte par choc, cette tension aux bornes est définie d'une façon analogue à celle indiquée sous 8 pour la tension de contournement par choc, en remplaçant cette dernière par la tension d'amorçage de l'éclateur entier du parafoudre.

9*a*° La *tension minimum d'amorçage* u_{min} est, par analogie avec la définition 8a, l'amplitude de la tension de choc dont

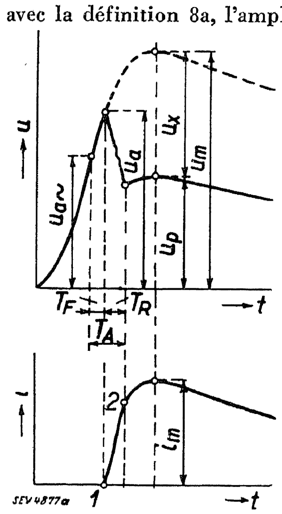


Fig. 3.
Parafoudre sans pointe initiale u_s de la tension aux bornes du parafoudre.

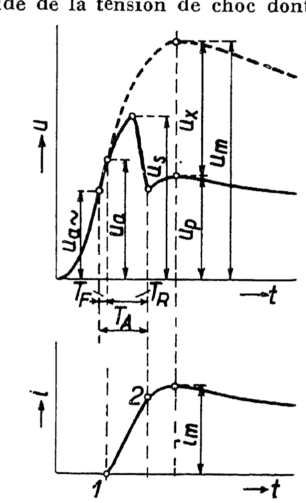


Fig. 4.
Parafoudre avec pointe initiale u_s de la tension aux bornes du parafoudre.

Eléments caractéristiques lors de l'amorçage du parafoudre:

- - - allure de la tension sans parafoudre.
——— allure de la tension avec parafoudre.
$u_a\sim$ tension d'amorçage sous tension alternative de 15 à 60 pér./s.
u_a tension d'amorçage par choc.
u_s pointe initiale de la tension aux bornes du parafoudre.
u_m amplitude du choc.
u_p tension résiduelle.
u_x tension effaçée.
T_A retard au fonctionnement du parafoudre.
T_F retard à l'amorçage de l'éclateur.
T_R retard dans la «résistance».
1 l'effet protecteur commence.
2 l'effet protecteur est pleinement atteint.

l'application provoque dans la moitié des cas un passage de courant dans le parafoudre.

10° Le *retard à l'amorçage d'un éclateur* T_F lors de l'application d'une tension de choc, est le temps qui s'écoule entre l'instant où la tension alternative d'amorçage ($f = 15$ à 60 pér./s) est atteinte et l'instant où l'éclateur fonctionne (fig. 3 et 4).

11° Le *retard au fonctionnement d'un parafoudre* T_A, lors de l'application d'une tension de choc, est le temps qui s'écoule entre l'instant où la tension alternative d'amorçage est atteinte et l'instant où l'effet protecteur est pleinement atteint. Cet intervalle peut comprendre non seulement le retard dû à l'éclateur T_F, mais en outre, le cas échéant, un retard supplémentaire T_R provoqué par la partie du parafoudre qui limite le courant (fig. 3 et 4).

12° La *pointe initiale* u_s *de la tension aux bornes du parafoudre* est la tension maximum qui se présente aux bornes du parafoudre lors du retard au fonctionnement de celui-ci. Par suite des phénomènes de retardement de la partie du parafoudre limitant le courant, cette pointe peut être plus élevée que la tension d'amorçage du parafoudre (fig. 4).

13° Le *rapport d'amorçage* a est le plus grand des deux rapports: entre la tension minimum d'amorçage u_{min} selon 9 et la tension nominale du parafoudre, ou entre la pointe initiale u_s de la tension aux bornes du parafoudre selon 12 à la tension minimum d'amorçage et la tension nominale du parafoudre. Les deux tensions doivent être exprimées en amplitudes.

14° La *tension résiduelle* u_p est la valeur maximum de la tension aux bornes du parafoudre qui se présente après la réduction de la pointe initiale pendant le passage du courant de choc (fig. 3 et 4). La mesure de la tension résiduelle a lieu le parafoudre étant disposé à l'extrémité d'une ligne aérienne présentant une impédance d'onde de 500 ohms, les ondes d'essais étant dirigées le long de la ligne vers le parafoudre.

La *tension effacée* u_x est celle que le parafoudre soustrait à la surtension, de façon que la tension à la terre au point de raccordement du parafoudre soit inférieure à celle qui se présenterait sans le parafoudre.

14a° La *tension résiduelle relative* $p = \frac{u_p}{2\,u_w} \cdot 100\,\%$ est le rapport en pourcents de la tension résiduelle u_p à la tension $2\,u_w$, cette dernière étant mesurée à l'extrémité ouverte de la ligne, lorsque le parafoudre a été déconnecté.

Cette définition de la propriété qu'a le parafoudre de réduire la tension est fondée sur le fait que la plupart des difficultés créées par les surtensions se présentant pratiquement aux extrémités de lignes (lignes dérivées, stations de tête) où, en l'absence de protection, la tension $2\,u_w$ prend naissance par réflexion de l'onde incidente u_w.

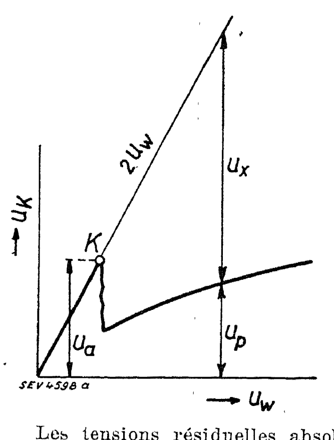


Fig. 5.

Tension aux bornes du parafoudre en fonction de l'amplitude de l'onde d'essai.

Les tensions résiduelles absolue et relative dépendent de l'amplitude de l'onde d'essai, c'est-à-dire de la valeur du courant absorbé par le parafoudre, lorsque les résistances sont fonction de la tension. Il est donc préférable d'indiquer la tension résiduelle pour plusieurs amplitudes d'ondes d'essai sous la forme d'un diagramme (fig. 5) dans lequel la tension aux bornes du parafoudre u_K est reportée en fonction de l'amplitude de l'onde d'essai u_w.

Le diagramme de la tension aux bornes u_K présente un coude en K, qui provient du fonctionnement de l'éclateur. En-dessous de la tension d'amorçage, l'effet du parafoudre est pratiquement nul et la courbe u_K coïncide avec la droite $2\,u_w$ de l'extrémité non protégée de la ligne. Ce n'est qu'après le coude que la tension résiduelle u_p se présente comme tension aux bornes. Les mesures donnent pour chaque amplitude d'onde d'essai u_w une tension $2\,u_w$ à l'extrémité non protégée de la ligne, ainsi qu'une tension d'amorçage u_a, resp. une pointe initiale u_s, et une tension résiduelle u_p lorsque la protection est assurée par un parafoudre.

14b° Le *rapport de surtension ü* est le rapport entre la tension résiduelle et la tension nominale du parafoudre. Ces deux tensions doivent être exprimées en amplitudes.

Tandis que la tension résiduelle relative $p = \frac{u_p}{2\,u_w} \cdot 100\,\%$ montre la grandeur de la réduction de la tension, les facteurs $ü = u_p / \sqrt{2}\,U_N$ et $a = u_{min} / \sqrt{2}\,U_N$ fournissent des indications sur des surtensions exprimées en multiples de la tension nominale du parafoudre, qui peuvent encore subsister dans l'installation malgré la protection assurée par le parafoudre. Pour éviter des contournements, les valeurs $ü$ et a ne doivent donc pas atteindre le degré de sécurité que présente l'installation à protéger contre les tensions de choc.

15° Le *pouvoir d'écoulement d'un parafoudre* (i_a à 30 μs) est sa propriété d'écouler pendant une brève durée un fort courant. Il est défini mathématiquement par l'intégrale $\int |i|\,dt$, qui doit s'étendre à la durée du courant de choc dans le parafoudre, cette intégrale pouvant être approximativement représentée par l'amplitude du courant i_m multipliée par la durée de mi-amplitude T_H de celui-ci. Ce produit exprimé en coulombs dépend de la durée du courant, aussi les deux facteurs (amplitude du courant et durée de mi-amplitude) doivent-ils être indiqués séparément.

Pour déterminer le pouvoir d'écoulement, on devra utiliser autant que possible des courants de choc de forme normale. Toutefois, on peut exceptionnellement utiliser également d'autres formes de ces courants présentant la même durée de mi-amplitude, en particulier des courants augmentant par oscillations ou des courants aplatis, pour autant que l'oscillogramme du courant soit connu. Ceci dans le but d'obtenir une meilleure utilisation des générateurs de chocs prévus pour ces essais.

16° Parmi les caractères essentiels d'un parafoudre, on doit également considérer sa *caractéristique courant-tension*, c'est-à-dire le diagramme obtenu en portant en abscisses le courant traversant le parafoudre et en ordonnées la tension aux bornes. Lorsque la tension d'amorçage de l'éclateur est dépassée, ce diagramme coïncide alors avec la caractéristique de la partie du parafoudre qui limite le courant.

Si la tension d'amorçage du parafoudre a été mesurée, il suffit d'indiquer la caractéristique de la partie qui limite le courant (fig. 6). Pour une résistance constante, on obtient une droite inclinée, dont la tangente trigonométrique indique la valeur ohmique. Une résistance dépendant elle-même de la tension ou présentant le caractère d'une soupape correspond à une courbe qui tend vers l'horizontale à mesure que le courant augmente. Enfin, si la résistance est indéterminée, la caractéristique est une boucle du genre de la courbe d'hystérésis, dont la surface dépend de la durée du courant de choc. La résis-

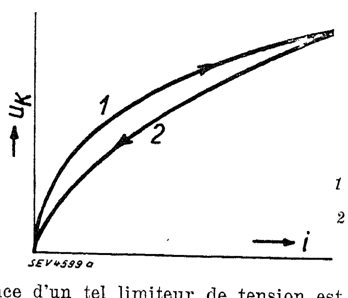


Fig. 6.

Caractéristique courant-tension.

1 progression du choc.

2 régression du choc.

tance d'un tel limiteur de tension est plus faible lors de la régression du courant que lors de l'accroissement du courant qui la précède immédiatement. La durée du courant de choc ne doit pas être choisie trop brève pour ces mesures, surtout s'il s'agit de parafoudres présentant des résistances de ce genre; elle doit correspondre à l'onde d'essai normale resp. à la durée de mi-amplitude normale. Les deux résultats (fig. 5 et 6) peuvent être ramenés l'un à l'autre par le calcul, en considé-

rant qu'une onde d'amplitude h kV conduit un courant d'amplitude $2\,h$ kV sur une ligne présentant une impédance d'onde de 500 ohms. D'une façon générale, les équations de transformation sont les suivantes:

a) pour le calcul de la figure 5 en partant de la figure 6:

$$2\,u_w = u_K + 500\,\Omega \cdot i$$

b) pour le calcul de la figure 6 en partant de la figure 5:

$$i = \frac{2\,u_w - u_K}{500\,\Omega}.$$

17° Le *pouvoir d'extinction d'un parafoudre* est la propriété qu'a cet appareil d'interrompre automatiquement et aussi rapidement que possible le passage du courant de service introduit par la surtension et débité par les génératrices du réseau.

18° *Plaque signalétique de l'appareil.* La plaque signalétique d'un parafoudre doit mentionner les indications suivantes:

a) le nom du fabricant;
b) le type, le numéro de fabrication et l'année de construction. Pour les parafoudres basse tension, le numéro de fabrication et l'année de construction peuvent être remplacés par un autre signe caractérisant le genre de construction;
c) le genre de courant et la fréquence [3]);
d) la tension nominale ou la tension de service maximum admissible (préciser de laquelle des deux il s'agit).
e) le pouvoir d'écoulement... A... μs;
f) éventuellement l'altitude géographique admissible.

III. Conditions des essais.

L'essai d'un parafoudre porte sur les points suivants:

A. *Effet de protection.*
1° Tension minimum d'amorçage.
2° Retard au fonctionnement et pointe initiale.
3° Tension résiduelle.
4° Pouvoir d'écoulement.
5° Caractéristiques.

B. *Manière dont se comporte l'appareil sous la tension de service.*
1° Pouvoir d'extinction.
2° Stabilité au cours des essais.

A. Effet de protection.

1° La *tension minimum d'amorçage* est déterminée sous une tension alternative à la fréquence de 50 pér./s et sous une tension de choc normale d'amplitude minimum (voir définition 9*a*) [4]).

2° La mesure du *retard au fonctionnement* et de la *pointe initiale* doit être effectuée avec des tensions de choc normales et avec au moins deux amplitudes différentes. La première doit être égale à 1,2 fois, la seconde à 2 fois la tension minimum d'amorçage par choc mentionnée sous 1°.

3° La *tension résiduelle* d'un parafoudre est mesurée en branchant un parafoudre entre un conducteur et la terre, à l'extrémité d'une ligne aérienne présentant une impédance d'onde de 500 ohms par conducteur et alimentée par un générateur de chocs produisant des ondes d'essai normales de différentes amplitudes. La ligne est considérée de longueur infinie. Une ligne de longueur infinie peut être reproduite pratiquement en branchant une résistance de 500 ohms en avant d'une ligne aussi courte que l'on désire. L'allure de la tension aux bornes du parafoudre et celle du courant, sous l'effet des ondes d'essai incidentes sont enregistrées par un oscillographe cathodique.

Les oscillogrammes doivent indiquer également la tension d'amorçage, resp. la pointe initiale et le retard au fonctionnement du parafoudre.

La mesure de la tension résiduelle a lieu en même temps que l'essai du pouvoir d'écoulement et aux courants d'essai indiqués ci-après.

4° *Pouvoir d'écoulement.* L'essai a lieu avec la disposition du parafoudre décrite sous 3°. Les ondes d'essai normales ont une valeur telle que le parafoudre est soumis à la contrainte de tous les courants d'essai indiqués au tableau I pour la tension nominale correspondante.

Tableau I.

Tension nominale U_N du parafoudre (valeur efficace)	Pouvoir d'écoulement *minimum* exigé (amplitude)	Courants d'essai Amplitude i_m du courant de choc dans le parafoudre
jusqu'à 37 kV	750 A	750 A
de plus de 37 à 87 kV	1500 A	750 A, 1500 A
de plus de 87 à 150 kV	2500 A	750 A, 1500 A, 2500 A

Les parafoudres dont le pouvoir d'écoulement dépasse la valeur minimum exigée selon le tableau I sont en outre essayés avec le courant d'écoulement indiqué sur la plaque signalétique de l'appareil et la durée de mi-amplitude correspondante. Le parafoudre doit supporter pour chaque amplitude de choc une série de 10 chocs de courant maximum à

(Ce tableau fait suite au paragraphe «Exemple d'un procès-verbal d'essai», page 616.)

Tableau II.

Tension nominale du parafoudre U_N	15	kV
Tension d'amorçage p. $f = 50$ pér./s u_a	$35\sqrt{2}$	kV
Tension min. d'amorçage sous choc u_{min}	$38\sqrt{2}$	kV
Pour 1,2 fois l'amplitude de l'onde min.:		
Tension d'amorçage u_a, resp. pointe initiale u_s	$39\sqrt{2}$	kV
Retard au fonctionnement T_A . .	0,3	μs
Pour 2 fois l'amplitude de l'onde min.:		
Tension d'amorçage u_a, resp. pointe initiale u_s	$40\sqrt{2}$	kV
Retard au fonctionnement T_A . .	0,2	μs
Rapport d'amorçage $a = \frac{u_{min}}{\sqrt{2}\,U_N}$ . .	2,53	
Tension résiduelle et pouvoir d'écoul.:		
a) Courant évacué	750	A
Onde appliquée u_w	213	kV
Durée de mi-amplitude T_H . . .	30	μs
Tension résiduelle u_p	$36\sqrt{2}$	kV
Tension résid. relat. $p = \frac{u_p}{2\,u_w} \cdot 100$	12	%
Rapport de surtension $\ddot{u} = \frac{u_p}{\sqrt{2}\,U_N}$	2,4	
Pointe initiale u_s.	env. $45\sqrt{2}$	kV
b) Courant évacué	1200	A
Onde appliquée u_w	327	kV
Durée de mi-amplitude T_H . . .	30	μs
Tension résiduelle u_p	$38\sqrt{2}$	kV
Tension résid. relat. $p = \frac{u_p}{2\,u_w} \cdot 100$	8,25	%
Rapport de surtension $\ddot{u} = \frac{u_p}{\sqrt{2}\,U_N}$	2,55	
Pointe initiale u_s.	env. $50\sqrt{2}$	kV
Durée du courant sous la tension U_N:		
Nombre de chocs.	10	
Nombre de périodes	chaque fois ½	
Durée du courant sous la tension 1,2 U_N:		
Nombre de chocs.	10	
Nombre de périodes	chaque fois 1	

Remarques, altérations éventuelles:
Pas de contournements partiels.
Pas d'altération permanente.
Le parafoudre satisfait aux directives jusqu'à un courant de choc maximum de 1200 A, la tension résiduelle étant de $38\sqrt{2}$ kV et la pointe initiale d'environ $50\sqrt{2}$ kV.

---

[3]) Par ex. 3 ~ 50 (courant alternatif triphasé, 50 pér./s).
[4]) Si l'on ne dispose pas de la fréquence d'essai de 50 pér./s, les mesures peuvent être également effectuées sous d'autres fréquences comprises entre 15 et 60 pér./s.

des intervalles de ½ minute, sans subir de ce fait une modification permanente de ses propriétés, ni court-circuitage total ou partiel. Cette constatation doit être faite par des relevés oscillographiques pris au cours de cet essai.

5° *Caractéristiques.* Le relevé des caractéristiques courant-tension du parafoudre ne se fait que sur demande expresse du commettant. Il est toujours effectué avec des chocs de courant de durée de mi-amplitude normale de 25 à 30 μs. Le relevé des caractéristiques peut se faire directement à l'oscillographe cathodique, en veillant à que ce ne soient pas les paires d'axes temps et tension, mais bien courant et tension qui provoquent la déviation du rayon cathodique.

B. Manière dont se comporte l'appareil sous la tension de service.

La manière dont se comporte un parafoudre sous la tension de service dépend en première ligne de son pouvoir d'interrompre immédiatement un courant de service subséquent.

1° Le *pouvoir d'extinction* d'un parafoudre se détermine en faisant fonctionner cet appareil sous une tension de choc, tandis que ses bornes sont reliées à une source de courant à la fréquence de service et de puissance suffisante, conformément aux données du parafoudre. La puissance est considérée comme suffisante lorsque la tension appliquée ne tombe pas en-dessous du 85 % de la valeur fixée par suite du passage du courant de service à travers le parafoudre. Au cours de cet essai, la durée du passage du courant à travers le parafoudre est enregistrée par exemple à l'aide de l'oscillographe ou, s'il s'agit d'un parafoudre pour courant alternatif, à l'aide d'un compteur de périodes. Dans la règle, le parafoudre doit être connecté pour ces essais comme en service normal, c'est-à-dire que l'un des pôles doit être à la terre. On peut toutefois insérer des shunts entre parafoudre et terre pour mesurer le courant et déterminer le nombre de périodes.

La grandeur de la tension de service aux bornes du parafoudre doit être choisie comme suit pour ces essais d'extinction:

a) Tension nominale du parafoudre divisée par $\sqrt{3}$ } pour réseaux triphasés.
Tension nominale du parafoudre divisée par 2 } pour réseaux monophasés.

b) Tension nominale du parafoudre.
c) 1,2 × tension nominale du parafoudre (identique à la tension maximum de service).

Sous chacune de ces tensions *a)* à *c)*, les appareils doivent fonctionner au moins 10 fois de suite, à environ ½ minute d'intervalle. Au cours de ces essais le parafoudre ne doit subir aucune avarie, ni modification permanente de ses propriétés.

Si l'on utilise, pour les réseaux à haute tension avec mise à la terre directe du point neutre, des parafoudres dont la tension nominale est inférieure à la tension composée du réseau à protéger, les essais sous *b)* et *c)* auront lieu sans modification, par contre l'essai sous *a)* devra être exécuté sous la tension de phase du réseau pour laquelle les parafoudres sont prévus.

L'essai sous *a)* et éventuellement l'essai sous *b)* peuvent être supprimés, lorsque l'essai sous *c)* permet de conclure en toute certitude de la manière dont le parafoudre se comporterait sous *a)* et *b)*. En revanche, les parafoudres à soufflage magnétique ou à commande mécanique par exemple, risquent éventuellement davantage de ne pas fonctionner sous de faibles tensions ou de faibles courants de passage, que sous des tensions ou des courants plus élevés.

2° *Stabilité au cours des essais.* On contrôle si des modifications permanentes sont intervenues éventuellement au cours des essais, en soumettant encore une fois le parafoudre à 10 chocs de valeur maximum selon A 3° et A 4°, les conditions d'essai étant les mêmes. En comparant ces derniers oscillogrammes à ceux obtenus sous A 3° et A 4°, on ne doit pas constater de modification permanente notable.

Exemple d'un procès-verbal d'essai.

La maison X a fait examiner un parafoudre portant les indications suivantes:

a) Nom du fabricant: Y.
b) Type: Af, No. 3327, 1935.
c) Genre de courant et fréquence: 1 ~ 50.
d) Tension nominale: 15 kV.
e) Pouvoir d'écoulement: 1200 A 30 μs.

L'épreuve a eu lieu sur la base des «Directives pour parafoudres», conformément au schéma de la figure ..., à l'aide de l'installation génératrice de chocs, près de la centrale électrique de Gösgen. Les résultats sont groupés dans le tableau ci-dessous (tableau II, p. 615) et complétés par la reproduction de quelques oscillogrammes.

Caisse de Pensions de Centrales suisses d'électricité (CPC)

14me Rapport de gestion du Comité sur l'exercice 1935/36

(du 1er juillet 1935 au 30 juin 1936.)

Généralités.

Les temps relativement peu favorables se font sentir de plus en plus aussi pour la CPC; en premier lieu par la tendance qu'ont les entreprises de mettre à la charge de la caisse de pension des employés dont le rendement laisse à désirer et de faire prendre la retraite aux vieux serviteurs dès qu'ils ont atteint 65 ans et en second lieu par la rareté des mutations et des augmentations de traitement. Il faut mettre aussi au compte de la crise les très nombreuses demandes de réduction du taux d'intérêt sur nos prêts hypothécaires et le fait que pour la première fois la CPC a été obligée de prendre à son compte un immeuble hypothéqué. La gérance de cet immeuble s'ajoute aujourd'hui aux tâches de notre secrétariat.

Comité.

Les affaires courantes ont occupé en sept séances le comité. Il n'y a pas eu de raison de convoquer le comité restreint mais par contre plusieurs membres ont été priés de visiter des immeubles ou d'assister à des discussions au

sujet de la mise en valeur de la propriété acquise. A part les affaires administratives, ce sont surtout les *demandes d'invalidation* et les *placements de fonds* qui ont occupé le comité. Dans la question de la *mise à la retraite des vieux employés avant l'âge de 65 ans* par les entreprises elles-mêmes, question soulevée de divers côtés, le comité a formulé sa manière de voir par la circulaire du 22 mai 1936.

Une proposition concernant une *convention de réciprocité* a donné lieu à une discussion prolongée; elle n'a pas pu être acceptée pour l'instant, le comité s'étant rendu compte que la caisse de pension ne pouvait aujourd'hui renoncer aux bénéfices que lui procurent les sorties individuelles.

La *composition du comité* a subi une modification en suite de la nomination par l'assemblée des délégués le 19 octobre 1935 de M. Zimmermann de Poschiavo, directeur du chemin de fer de la Bernina, en remplacement de M. Lang de Olten. Le comité saisit l'occasion pour remercier M. Lang des bons services rendus à la Caisse pendant de nombreuses années. Le comité a dû, à son très grand regret, accepter la démission de M. Dubochet en sa qualité de président. Heureusement qu'il a pu décider M. Dubochet à qui, ainsi que tout le monde le sait, nous devons la création de la caisse de pensions à demeurer membre du comité où sa longue expérience est grandement appréciée. Le comité de l'Union des centrales suisses d'électricité, à qui incombe d'après nos statuts la nomination du président de la caisse de pensions, a désigné comme tel M. le directeur *G. Lorenz*. M. Lorenz qui a fait partie du comité depuis la fondation, a bien voulu sur l'instance de ses collègues accepter cette nomination. Le comité de la CPC saisit l'occasion pour remercier M. le professeur Riethmann pour ses bons conseils et le secrétariat pour son grand travail.

Placement des fonds, état des valeurs et taux d'intérêt.

Les fonds devenus disponibles au cours de l'année écoulée ont été placés pour la plupart en hypothèques en premier rang à des taux variables entre 4½ et 5 %. Ces placements se répartissent sur les cantons de Zurich, Lucerne, Berne, Tessin et Vaud. Nous avons en outre souscrits des obligations fédérales pour fr. 225 000.— et des obligations du Canton de Vaud pour fr. 100 000.—. La fortune a augmenté de fr. 2 733 497.25 passant de fr. 29 305 682.45 au 1^er juillet 1935 à fr. 32 039 179.70. Les valeurs se montant à fr. 31 295 223.90 sont taxées au prix d'achat alors que le cours nominal (cours de remboursement) est de fr. 32 353 250.—. Au cours de la bourse au 30 juin 1936 ces papiers avaient une valeur de fr. 30 969 597.25 et en prenant pour base le taux technique de 4½ %, une valeur de fr. 32 281 383.—. Le rendement moyen a été cette année, comme l'an passé, de 4½ %. L'immeuble dont nous avons dû faire l'acquisition et qui fait l'objet d'une comptabilité spéciale, fournira aussi, en comptant prudemment, un rendement à peu près égal.

Décès, pensions d'invalidité, retraites.

La CPC a eu à enregistrer pendant l'année écoulée parmi ses membres actifs 22 (27) [1]) cas de mise à la retraite pour cause d'invalidité dont 2 provisoires, 26 (14) cas de retraite pour cause d'âge et 26 (18) décès. Parmi les pensionnaires pour cause d'invalidité il y a eu 7 décès, parmi les retraités pour cause d'âge 3, et parmi les veuves pensionnées 2 décès. Le nombre des pensionnés s'est accru par rapport à l'année passée de 15 invalides, de 23 retraités, de 20 veuves et d'un orphelin.

Le 30 juin 1936, il y avait parmi les membres actifs 17 assurés de plus de 65 ans. A cette date la liste des pensionnés compte:

133	invalides [2]) touchant ensemble .	fr.	301 072.—
93	retraités » » .	»	264 308.—
189	veuves touchant ensemble .	»	247 749.—
106	orphelins » » .	»	31 609.—
5	ayant droit en vertu de l'art. 24	»	1 139.—
	Total	fr.	845 877.—

Le total des pensions annuelles a augmenté par rapport à l'année passée de fr. 144 407.— (fr. 122 328.—). Depuis la fondation de la Caisse il a été versé au total à titre de pensions ou d'indemnités une somme de fr. 4 199 740.—.

Mutations.

Au cours de l'exercice une seule nouvelle petite entreprise s'est jointe à notre caisse. Le nombre des assurés en activité était le 30 juin 1936 de 3604 (3596) se répartissant sur 83 entreprises. Parmi les entreprises affiliées le 1^er juillet 1935, il y a eu 102 (135) nouvelles admissions et 29 (35) sorties; 74 (56) assurés en activité sont décédés ou ont passé dans la catégorie des pensionnés.

[1]) Les chiffres entre parenthèses se rapportent à l'année précédente.

[2]) Dont 39 partiellement invalides touchant fr. 47 543.—.

Situation financière.

Ainsi qu'on a pu le lire dans le rapport de l'année passée, le comité a décidé de faire faire à l'avenir tous les calculs en prenant pour base un taux d'intérêt hypothétique de 4½ % et de tenir compte de la probabilité des décès résultant des recensements de 1921/30. A titre de comparaison nous extrayons ci-dessous du rapport de M. le professeur Riethmann du 30 juillet 1936 les chiffres qui résul-

tent des calculs sur la base ancienne (taux de 5 %) et les chiffres fournis par le calcul sur la base du taux de 4½ % correspondant mieux à la réalité.

La situation financière au 30 juin 1936 est d'après ces calculs la suivante:

	Calcul sur la base de 5 % fr.	Calcul sur la base de 4½ % fr.
Valeur des engagements de la caisse vis-à-vis des assurés:		
a) capital de couverture pour les pensions courantes . .	7 602 000.—	8 222 903.—
b) capital de couverture pour les engagements futurs . .	45 511 000.—	52 737 900.—
Total	53 113 000.—	60 960 803.—
Transport	53 113 000.—	60 960 803.—
Valeur des engagements des assurés vis-à-vis de la caisse . .	21 197 000.—	22 918 344.—
Différence	31 916 000.—	38 042 459.—
Le capital de couverture aujourd'hui disponible étant de	32 039 180.—	32 039 180.—
	excédent de	déficit de
Il résulte au 30 juin 1936 un .	123 180.—	6 003 279.—

Le tableau ci-dessous résume les modifications dans la situation technique de notre caisse depuis sa fondation.

Situation calculée sur la base initiale de 5 %.

1er juillet de l'année 1	Nombre des assurés 2	Age moyen 3	Moyenne des années de service 4	Traitements assurés 5	Valeur au 1er juillet des engagements de la caisse vis-à-vis des assurés 6	Valeur au 1er juillet des engagements des assurés vis-à-vis de la caisse 7	Fortune 8	Déficit 9	Déficit exprimé en % de la somme des traitements assurés 10	Fortune exprimée en % de la différence (6−7) 11	Degré de couverture $\left(\frac{7+8}{6}\right)$ 12
1922	1862	35,6	8,5	8 585 600	16 706 169	12 562 572	—	4 143 597	48,3	–	75,2
1932	3460	40,2	12,9	16 869 800	45 226 563	21 686 916	21 283 334	2 256 313	13,4	90,4	95,0
1935	3596	41,3	14,2	17 412 400	51 423 751	21 479 700	29 305 682	638 369	3,7	97,9	98,8
1936	3604	41,7	14,7	17 387 100	53 113 000	21 197 000	32 039 180	– 123 180 (Excédent)	0	100,2	100,4
Situation calculée sur la base nouvelle de 4½ %.											
1936	3604	41,7	14,7	17 387 100	60 960 803	22 918 344	32 039 180	6 003 279	34,5	84,2	90,1

Le déficit de 6,003 millions n'a pas lieu de nous inquiéter. L'année passée déjà nous avons laissé entrevoir qu'il atteindrait environ 7 millions alors que les calculs plus précis le font ressortir à une somme inférieure. Si nous sommes assez économes et assez prudents et si nos prévisions quant aux invalidations ne sont pas dépassées, nous pouvons espérer voir disparaître peu à peu le déficit comme cela a été le cas du déficit basé sur le taux de 5 %.

Zurich, le 21 août 1936.

Au nom du comité
de la Caisse de Pensions de Centrales suisses d'électricité:

Le président: *G. Lorenz.*
Le vice-président: *J. Bertschinger.*

Rapport des vérificateurs des comptes
au comité de la Caisse de Pensions de Centrales suisse d'électricité.

Selon le mandat qui nous a été confié, nous avons procédé aujourd'hui au contrôle des livres et des pièces comptables de la CPC. Nous en avons constaté la concordance parfaite avec les pièces justificatives et les bordereaux des banques. Les certificats de dépôt des banques cantonales lucernoise, vaudoise et zurichoise attestent l'existence du portefeuille de titres. De nombreux sondages dans les listes de primes nous ont permis de nous rendre compte que les écritures étaient correctes.

Sur la base de nos constatations, nous proposons à l'assemblée des délégués d'approuver les comptes pour la période du 1er juillet 1935 au 30 juin 1936 en remerciant le comité et le personnel de la CPC.

Zurich, le 26 août 1936.

Les vérificateurs des comptes:
Ed. Zwimpfer.
J. Güntert.
Alb. Vontobel.
E. Chappuis.

CAISSE DE PENSIONS DE CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE.

COMPTE D'EXPLOITATION

Du 1^er^ juillet 1935 au 30 juin 1936.

RECETTES:

		fr.
a) Contributions des assurés (§ 9/1):		
1° Primes régulières et primes résultant des augmentations de traitement (§ 10/1 et 2)	2 137 857.—	
2° Finances d'entrée et suppléments (§ 10/3 et 11)	29 659.—	2 167 516.—
b) Intérêts (§ 9/2)		1 380 371.70
c) Gains résultant de remboursements		32 994.—
d) Recettes exceptionnelles (dons) (§ 9/3)		—
Total des **recettes**		3 580 881.70

DEPENSES:

		fr.
e) Versements de la caisse:		
1° Pensions pour invalides (§ 17)	290 871.—	
2° Pensions de retraités (§ 21)	218 602.—	
3° Pensions pour veuves (§ 22/1)	236 159.—	
4° Pensions pour orphelins (§ 22/1 et 2)	30 869.—	
5° Pensions pour des ayants droit (§ 24)	1 139.—	777 640.—
6° Indemnités globales versées à des assurés (§§ 14 et 25)	—	
7° Indemnités globales versées à des ayants droit (§ 25)	1 000.—	1 000.—
8° Remboursements à des assurés sortants (§ 7)	34 316.—	
9° Remboursements à des entreprises sortantes (§ 8)	—	34 316.—
f) Frais d'administration:		
1° Indemnités et frais de déplacement:		
aux membres du comité	3 097.55	
aux délégués	—	
aux reviseurs des comptes	446.60	
2° Frais d'administration	18 932.30	
3° Frais de banque	7 352.—	
4° Rapports techniques et juridiques	4 600.—	34 428.45
Total des **dépenses**		847 384.45

Recettes	fr.	3 580 881.70
Dépenses	»	847 384.05
Excédent des recettes	fr.	2 733 497.25

CAISSE DE PENSIONS DE CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE.

BILAN au 30 juin 1936

Actif:

	Etat le 30 juin 1935	Augmentation	Diminution (par remboursement ou vente)	Etat le 30 juin 1936
	fr.	fr.	fr.	fr.
a) Valeurs en portefeuille:				
1° Obligations d'emprunts fédéraux	3 241 854.25	426 687.50	318 070.—	3 350 471.75
2° Oblig. d'emprunts cantonaux	968 798.50	100 000.—	23 040.—	1 045 758.50
3° Oblig. d'emprunts communaux	5 493 775.—	—	65 988.50	5 427 786.50
4° Obligations de banques, d'entreprises d'électricité et de gaz	3 834 792.15	50 000.—	2 475.—	3 882 317.15
5° Prêts hypothécaires en 1^er rang	16 069 750.—	1 828 890.—	309 750.—	17 588.890.—
Total	29 608 969.90	2 405 577.50	719 323.50	31 295 223.90
b) Immeubles	—	305 000.—	—	305 000.—
c) Caisse	200.35			52.25
d) Avoir en banque	54 953.15			300 100.90
e) Débiteurs	142 599.25			146 174.—
f) Mobilier	1.—			1.—
Total	29 806 723.65			32 046 552.05

Passif:

	Etat le 30 juin 1935	Etat le 30 juin 1936
	fr.	fr.
a) Créditeurs	1041.20	7 372.35
b) Fortune	29 305 682.45	32 039 179.70
c) Dette en banque	500 000.—	—
Total	29 806 723.65	32 046 552.05

L'augmentation de la fortune est de fr. 2 733 497.25

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 22 | Vendredi, 30 Octobre 1936

Un système absolu pratique, qui permet de substituer sans difficulté les unités absolués aux unités internationales actuelles.

Par *Hans König*, Berne,
Vice-directeur du Bureau fédéral des Poids et Mesures.

621.317.081

La décision prise par la Conférence Générale des Poids et Mesures de substituer, dans un délai assez rapproché, les unités absolues aux unités internationales se heurte à certaines résistances motivées de la part des électrotechniciens.

Au point de vue théorique, l'idée de passer aux unités absolues en se basant sur les propriétés naturelles élémentaires servant de mesures naturelles est parfaitement fondée; elle peut et doit être maintenue. Par contre, il faudrait supprimer le principe selon lequel les unités doivent être des puissances décimales exactes des anciennes unités électromagnétiques CGS (perméabilité du vide $\mu_0 = 1$), car il n'apporterait aucun avantage théorique et conduirait à des inconvénients d'ordre pratique.

L'auteur démontre que la définition

$$[\mu] = 1{,}000\,500 \cdot 10^7 \cdot \mu_0$$

pour la quatrième unité — qui est, selon Giorgi, la dernière qui peut être choisie à volonté — satisfait à toutes les exigences théoriques et pratiques. Il montre en outre que la question souvent débattue de savoir si l'ohm est mieux approprié que l'ampère comme quatrième unité peut être une source d'erreurs et mettre réellement en danger les tentatives d'unification, lorsqu'elle est mal interprétée.

Der Beschluss der Generalkonferenz für Mass und Gewicht, in absehbarer Zeit von den internationalen zu den absoluten Einheiten überzugehen, stösst in den Kreisen der Elektrotechniker auf begründeten Widerstand.

Der Grundgedanke des Uebergangs zu den absoluten Einheiten im Sinne einer Zugrundelegung von elementaren Natureigenschaften als Naturmassen ist theoretisch wohl begründbar; er kann und soll daher beibehalten werden. Hingegen muss der Grundsatz, dass die Einheiten reine Zehnerpotenzen der alten elektromagnetischen CGS-Einheiten (Permeabilität des leeren Raumes $\mu_0 = 1$ gesetzt) sein sollen, fallen gelassen werden, weil er theoretisch keinen Gewinn bringt und zu praktischen Unzukömmlichkeiten führen würde.

Es wird gezeigt, dass z. B. die Definition

$$[\mu] = 1{,}000\,500 \cdot 10^7 \cdot \mu_0$$

für die vierte und im Sinne von Giorgi letzte frei wählbare Einheit allen theoretischen und praktischen Anforderungen genügt. Ferner wird gezeigt, dass z. B. die oft erörterte Frage, ob das Ohm als vierte Einheit geeigneter sei als das Ampère, irreführend und den Vereinheitlichungsbestrebungen direkt schädlich sein kann, wenn sie vom unrichtigen Standpunkt aus behandelt wird.

(Traduction.)

Selon les mesures absolues les plus récentes, les relations entre les unités internationales et les unités absolues sont les suivantes, à la quatrième décimale près [1]) [2]):

1 ampère	international	= 0,9999	ampère	absolu
1 coulomb	»	= 0,9999	coulomb	»
1 ohm	»	= 1,0005	ohm	»
1 volt	»	= 1,0004	volt	»
1 henry	»	= 1,0005	henry	»
1 farad	»	= 0,9995	farad	»
1 weber	»	= 1,0004	weber	»
1 watt	»	= 1,0003	watt	»

«International» signifie: rapporté à la définition de l'ohm et de l'ampère par colonne de mercure et équivalent de l'argent; «absolu» signifie: dérivé du système classique de Maxwell, dit CGS (perméabilité du vide $\mu_0 = 1$) à l'aide de facteurs qui sont des puissances décimales exactes.

[1]) Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures, Session de 1935. Résolutions: pages 74 et suiv.; elles sont reproduites dans la communication du Bureau fédéral des Poids et Mesures mentionnée sous 2).

[2]) L'introduction du système absolu des unités électriques, voir Bull. ASE 1936, No. 21, p. 589.

La décision de la Conférence Générale des Poids et Mesures d'introduire dès le 1^er janvier 1940 les unités absolues [1]) [2]), se heurte à une résistance de plus en plus vive de la part des praticiens qui protestent contre la modification pratique de la valeur de l'ohm [3]) [4]). Il en résulte une situation extrêmement critique [5]).

[3]) Procès-Verbaux, loc. cit., p. 331, 338, 344, 360.

[4]) Physikalische Zeitschrift, 1935, No. 36, p. 819.

[5]) Remarque faite au cours de la discussion qui suivit une conférence de Sommerfeld par Wallot [4]): «...En 1933, la Conférence Générale des Poids et Mesures a *uniquement* décidé de supprimer *complètement* les unités internationales et de *définir* à une date à fixer les unités ampère, volt, watt, etc. comme multiples décimaux des unités électromagnétiques et non pas de les *rapprocher* de ces multiples décimaux. Cette décision, qui doit être considérée — paraît-il — comme définitive (la Conférence Générale ne se réunira à nouveau qu'en 1939), a été précédée de controverses qui durèrent de nombreuses années. Les Allemands ont toujours répété que cette modification est inutile, qu'elle n'apportera aucun avantage notable, mais qu'elle aura au contraire de nombreux et importants désavantages, comme M. Emde vient de nous l'expliquer avec pertinence. Malheureusement, tous les efforts sont restés vains et il ne nous reste plus, à mon avis, que de nous accomoder tant bien que mal du fait accompli.»

Les alternatives sont les suivantes:

Soit la substitution intégrale du système absolu, en étalonnant toutes les nouvelles résistances de précision en ohms ($=10^9$ unités électromagnétiques CGS), (les inductivités et les capacités ne jouent qu'un rôle secondaire). On aurait alors simultanément pendant des dizaines d'années des résistances étalonnées différemment, c'est-à-dire un état de choses que nous considérons comme extrêmement désagréable, quoi qu'en dise le Comité International dans sa résolution 3 [1]) [2]).

Soit d'éviter cet état de choses en étalonnant simplement les nouvelles résistances en ohm international. Il en résulterait toutefois une situation pire que la précédente et sur laquelle il est inutile d'insister.

Soit d'étalonner officiellement les nouvelles résistances de façon que la valeur absolue dépasse la valeur nominale d'une quantité conventionnelle qu'il y aurait lieu de fixer (environ ½ ‰). La substitution des unités absolues serait une simple formalité et ne constituerait pas un progrès notable par rapport à l'état de choses actuel.

Ces deux dernières alternatives mettraient gravement en danger l'idée d'unification internationale et ainsi l'autorité de la Conférence Générale.

Il devrait cependant être possible d'indiquer une solution qui permette d'une part de tenir compte de la tendance à substituer les unités absolues et, d'autre part, d'éviter la modification de ½ ‰ de la valeur de l'ohm. A notre avis, cette solution est la seule qui permette de concilier l'idée fondamentale régissant les décisions prises par la Conférence Générale et les désirs motivés des praticiens. Cette solution consiste à se baser sur un système de Giorgi à quatre unités, où la quatrième unité soit une perméabilité:

$$\text{Quatrième unité: } [\mu] = p\mu_0$$
$$(\mu_0 = \text{Perméabilité du vide})$$

en posant par exemple $p = 1{,}000\,500 \cdot 10^7$. Nous considérons ce système comme «absolu» dans le sens étendu de ce mot, comme cela est d'ailleurs actuellement le cas d'une façon générale pour le système MKS avec $\mu_0 = 10^{-7}$.

Un accord au sujet d'une telle solution n'est naturellement possible que si les deux partis se font certaines concessions, qui ne consistent toutefois en majeure partie que dans l'abandon d'idées préconçues.

Après quelques remarques préliminaires au sujet des points sur lesquels praticiens et théoriciens devraient se mettre d'accord et surtout au sujet des questions dont la solution paraît être uniquement entravée par des malentendus, nous tenterons de faire ressortir la base fondamentale commune de toutes les tentatives et de montrer que l'exigence d'une substitution qui ne doit causer aucun désagrément ne constitue aucun obstacle sérieux, car nous verrons que la solution proposée ne doit pas du tout être considérée comme un compromis plus ou moins satisfaisant.

Le problème de l'élaboration d'un système cohérent semble fort simple à première vue. Il implique cependant toute une série de difficultés, qui proviennent du nombre relativement considérable des possibilités de groupement des unités à des fins les plus diverses et qui sont la source de malentendus. Dans notre exposé, nous ne craindrons donc pas les répétitions, ceci afin d'éviter autant que possible ces malentendus.

—

Ceux qui recommandent le choix de la moyenne internationale des valeurs supposables comme unité de résistance définitive insistent surtout sur le fait que la définition primitive du mètre et du kilogramme a pu être abandonnée sans désagréments et qu'il en serait de même pour l'ohm. Ce point de vue est complètement erroné. Tous les systèmes absolus actuels renferment une hypothèse au sujet de la perméabilité μ_0 du vide. A vrai dire, μ_0 n'est qu'un cas spécial de la valeur générale μ, mais ce cas spécial a une signification si importante que l'on peut affirmer que la nature nous offre elle-même dans ce cas une dimension naturelle caractéristique pour tous les phénomènes électromagnétiques naturels, car nous ne connaissons qu'*un seul* vide. Par opposition, la longueur du méridien et le poids spécifique de l'eau nous paraissent théoriquement sans intérêt, car leurs caractères sont individuels. Personnes ne songe à regretter que ces deux grandeurs ne constituent plus une base légale.

La question fondamentale qui se pose est donc la suivante: Quelle est réellement l'idée directrice qui doit nous guider dans le choix des unités (et non pas des étalons!)? C'est certainement la tendance à ramener à une valeur constante une valeur variable. Cela signifie: *choisir comme point de départ les dimensions d'un nombre restreint de propriétés naturelles reconnues fondamentales et simples, et leur donner un caractère dimensionnel par la détermination d'un nombre équivalent de chiffres.*

L'exemple suivant montre à quel point nous sommes fidèles à ce *principe*, qui est de choisir *comme point de départ des relations et des dimensions de la nature*, car elles sont à la base même de notre préférence parfaitement fondée pour les systèmes dits absolus. Le praticien le plus endurci n'a pas grand plaisir à utiliser une formule telle que celle-ci: 1 watt él. $\doteq$ 1,0003 watt méc. Nous sommes tous d'avis que la propriété fondamentale de la nature de présenter des formes d'énergie électromagnétiques doit s'exprimer par l'identité de mesure de l'énergie électique et de l'énergie mécanique. De même, dans l'équation de Maxwell bien connue

$$c = A / \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$$

c = Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques,
ε_0 = Constante diélectrique du vide,
μ_0 = Perméabilité du vide,
A = Facteur constant, dépendant de la constitution du système,

personne ne songerait à définir la valeur numérique de la grandeur c et ainsi une mesure électrique de la vitesse, qui ne soit pas identique à la mesure mécanique de la vitesse [6]). Nous ressentons en effet le besoin de définir comme propriétés fondamentales de la nature le fait qu'il existe des grandeurs électromagnétiques que nous pouvons identifier à des grandeurs mécaniques, en choisissant des facteurs de transformation égaux à 1. Dans ce cas, le principe essentiel d'introduire des relations fondamentales dans le système des unités est réalisé sous sa forme la plus pure. Pourquoi ne choisirions-nous pas en conséquence des dimensions naturelles comme point de départ dans tous les autres cas où il s'agit de *choisir* des unités, et non pas comme ci-dessus de *limiter* le nombre des unités? Lorsque nous exigeons que ce système soit absolu, notre intention est avant tout que la représentation des propriétés cinématiques de la nature, l'extension dans l'espace et dans le temps, soit faite par le choix d'une unité de longueur et d'une unité de temps, ainsi que la représentation des propriétés dynamiques par le choix d'une unité de masse. Selon Maxwell et Giorgi, l'introduction d'*une seule* propriété électromagnétique dans le système des unités suffit à compléter celui-ci, outre l'hypothèse $A = 1$.

Or, c'est seulement de la seconde que nous pouvons dire au besoin qu'elle est basée sur une dimension naturelle, sans oublier cependant que la durée du jour solaire moyen n'est certainement qu'un cas fortuit dans le cadre de l'évolution de l'univers. La tendance à exprimer le mètre en longueurs d'ondes lumineuses est due en bonne partie au fait que l'on a reconnu que le système atome de cadmium — vide est un système plus simple qu'une barre de platine et d'iridium. Nous sommes ici sur la bonne voie de remplacer par une dimension naturelle l'unité définie par l'étalon. Pour l'instant, on ne peut pas encore indiquer une dimension naturelle pour remplacer le kilogramme. Il est certain que les systèmes appelés absolus ne sont pas très «absolus»; toutefois, *le fait que nous n'avons pas encore réalisé l'idée de dimension naturelle pour le mètre et le kilogramme n'est pas une raison de ne pas se donner toute la peine possible pour poursuivre cet excellent principe quand il s'agit du choix d'une quatrième unité.*

L'argument que μ_0 par exemple ne peut pas être considérée comme une constante du point de vue d'une théorie physique générale n'est pas non plus une raison de remplacer le vide comme élément de définition par un groupe de fils de manganine qui est une représentation infiniment plus problématique.

Un grand nombre de praticiens estiment malheureusement, sans l'avouer explicitement, que l'application du principe naturel pour le passage aux «unités» est une marotte des théoriciens, qui ne s'explique que par l'histoire du progrès. Cela ne concorde certainement pas avec le fond de la question.

Nous reprenons ici ces vieilles controverses pour bien montrer à quel point *l'idée d'un système cohérent avec quatre unités (Giorgi) est intimément liée à la décision prise par la Conférence Générale d'adopter les unités absolues.* Il n'est pas inutile d'insister à ce sujet, car des physiciens réputés croient que notre but est de mesurer avec précision une propriété électromagnétique, par exemple μ_0, à l'aide d'une unité déterminée préalablement. Si l'on a traité jusqu'ici le problème à rebours, du point de vue théorique, en considérant la perméabilité du vide en fonction de la conductibilité du mercure, cela tient au fait que pendant longtemps la précision absolue des mesures de résistance ne suffisait pas pour tous les besoins de la pratique, ce qui n'est plus le cas actuellement et le sera encore moins en 1940.

Wallot [7]) a montré avec raison que bien des obscurités proviennent d'une délimitation insuffisante des problèmes qui concernent les étalons d'une part et les unités d'autre part. Nous aimerions rappeler avant tout que l'opinion très répandue selon laquelle l'unité devrait être représentée directement par un étalon principal ne concorde pas avec la notion d'unité et entrave inutilement la liberté du choix de l'unité. Il suffit de nous observer nous-mêmes: Tout ce qui nous semble être un cas fortuit (par exemple un allongement de la longueur du mètre), nous cherchons à le supprimer en introduisant une correction. En d'autres termes, nous cherchons derrière l'étalon quelque chose d'abstrait, l'unité, pour laquelle nous établissons des relations rigides et que nous aimerions pouvoir considérer comme constante. L'opposition des buts ressort ainsi nettement. Le praticien doit exiger que les unités soient choisies de telle sorte que les étalons qui en découlent satisfassent à toutes les exigences bien-fondées de la technique appliquée des mesures de précision. Par contre, la décision de savoir ce qui est «constant» et peut être par conséquent utilisé pour le choix des unités est du ressort des théoriciens. Le choix des unités se fait de telle sorte qu'il ne reste plus aux théoriciens que d'admettre provisoirement telle ou telle propriété comme constante (avec corrections, le cas échéant). Le choix des unités est donc dans une large mesure une affaire d'*interprétation.* Constater une modification dans le système, c'est constater la modification d'une ou de plusieurs unités. Une telle modification bouleverse toute la physique et exige une revision de la théorie. Par contre, les étalons choisis uniquement par les praticiens sont considérés de prime abord comme variables; leur modification n'a donc aucun intérêt fondamental.

[6]) Bien entendu, il ne s'agit pas dans ce cas de savoir si c est égal à la vitesse de propagation de la lumière ou si la lumière est de nature électromagnétique, mais bien de savoir si l'on veut ou non considérer la grandeur $A\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$ comme l'équivalent d'une vitesse mécanique.

[7]) Procès-Verbaux, loc. cit., p. 352.

Un système qui ne renfermerait que des dimensions naturelles, telles que la vitesse de la lumière ou la perméabilité du vide, satisfairait certainement le théoricien, mais non le praticien, du moins pas immédiatement. Ce dernier doit toutefois se déclarer satisfait si l'on peut lui fournir des mesures de longueur, de durée et des bobines déterminées avec une précision suffisante d'après ce système. Il va de soi que l'on ne choisit pas volontairement des unités qui soient d'une autre nature que celle des étalons usuels. Il est donc fort naturel que l'ohm soit proposé comme quatrième unité. Toutefois, une différence de nature est recommandable si l'on peut ainsi apporter une clarté toute particulière au système; ce qui semble être précisément le cas au sujet de la résistance considérée comme étalon d'une part et de la perméabilité comme quatrième unité d'autre part.

Avant de pouvoir traiter plus à fond le choix de la quatrième unité, il y a lieu d'élucider parfaitement un point qui est essentiel pour bien comprendre l'idée du système absolu. Nous voulons parler du rôle du vide en tant que médium de l'étalon. Il a fallu très longtemps pour que l'on reconnaisse d'une façon courante que la perméabilité du vide doit être considérée comme une grandeur physique. Le mérite en revient à Giorgi, qui a mis en lumière la quatrième unité dissimulée derrière l'innocente équation $\mu_0 = 1$. La suppression de la dimension de la perméabilité dans les équations dimensionnelles a conduit, à proprement parler, à des inexactitudes. Sur les bobines-étalons, on peut lire en effet: «1 henry», sans indication du médium dans lequel la bobine doit être utilisée pour représenter réellement 1 henry! On a tout simplement oublié que la réalisation d'une inductivité n'exige pas seulement une constitution géométrique, mais également le médium dont l'action est électromagnétique. *Dans le système absolu, le médium-étalon est le fondement électrique concret de chaque quantité spécifiquement électrique.* Il est donc extrêmement regrettable que la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) à Scheveningen (1935) [8]) ait précisément exclu *cette* grandeur de son choix restreint, à cause de son caractère «abstrait».

Dans toute grandeur spécifiquement électrique, l'importance du médium doit être exprimée directement ou indirectement. Il s'ensuit que la décision de savoir si la perméabilité ou, par exemple, la résistance doivent être choisies comme quatrième unité (absolue) n'a pas la moindre conséquence pour la pratique, car dans toute détermination absolue de l'ohm l'incertitude est donnée directement par la réalisation de l'unité de perméabilité. La question de savoir si l'on doit préférer une grandeur concrète (R) ou abstraite est donc purement théorique. Sa solution se basera entièrement d'après le but que l'on désire atteindre par un certain classement dans l'importance des unités. Nous y reviendrons un peu plus loin.

—

Nous avons commencé notre exposé par ces considérations, car elles sont indépendantes de toute supposition en ce qui concerne les valeurs numériques à affecter aux unités. Nous allons traiter cette question du point de vue d'une suppression des désagréments d'ordre pratique qui pourraient résulter du changement des unités.

Nous avons essayé de montrer que le point principal qui permettra de concilier les efforts de la Conférence Générale des Poids et Mesures et ceux de la CEI *doit* résider dans un accord au sujet de la perméabilité du vide [9]). Si l'on pose, pour l'unité de la perméabilité

$$[\mu] = p\mu_0 \text{ [10])}$$
$$\text{par exemple } p = 1{,}000\,500 \cdot 10^7$$

on supprime le désagrément d'une modification de l'ohm, car

$$1 \text{ ohm (définitif)} \hat{=}$$
$$[R] = [\mu] \cdot \frac{[\mathrm{m}]}{[\mathrm{s}]} = 1{,}000\,500 \cdot 10^7 \, \mu_0 \, [\mathrm{m}^1\mathrm{s}^{-1}]$$

Nous choisissons le nombre 1,000 500 pour bien montrer son caractère de définition. Tout nombre compris entre 1,000 450 et 1,000 500 se rapproche suffisamment de la valeur probable du rapport entre l'ohm absolu et l'ohm international actuel, pour ôter toute crainte aux praticiens.

Avant de prendre théoriquement position au sujet de ce choix, nous indiquerons brièvement ses conséquences pratiques. L'introduction de l'exigence

$$1 \text{ watt él.} = 1 \text{ watt méc.} = 1\,[\mathrm{m}^2\mathrm{kg}^1\mathrm{s}^{-3}]$$

considérée généralement comme évidente, a pour conséquence que

$$1 \text{ volt (définitif)} = 1{,}000\,250 \cdot 10^8 \text{ unités CGS actuelles,}$$

$$1 \text{ ampère (définitif)} = 0{,}999\,750 \cdot 10^{-1} \text{ unités CGS actuelles.}$$

Ce faible écart par rapport aux valeurs actuelles n'a pas de conséquences pratiques, à part le changement des étiquettes des éléments Weston et des résistances-étalons. On tient compte du fait que la précision des mesures relatives est plus grande que celle des mesures absolues en distinguant entre la précision interne et la précision externe, ainsi que nous allons l'expliquer à titre d'exemple pour la mesure de la résistance:

---

8) Un article sur le Système Giorgi paraîtra prochainement dans le Bulletin.

9) Procès-Verbaux, loc. cit., p. 207, 352.

10) Formule plus générale: $[\mu] = \frac{b}{4\pi} p\mu_0$, $b = 4\pi$ dans la représentation non rationalisée, $b = 1$ dans la représentation rationalisée (qui évite le facteur irrationnel 4π dans les équations du champ). Cf. Kohlrausch, 17e éd. (1935), p. 9.

Les étalons secondaires destinés à l'industrie sont étalonnés dans les Laboratoires nationaux, avec indication d'une incertitude absolue fixée par la Conférence Générale et qui est actuellement de $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ (externe). Les étalons primaires des Laboratoires nationaux sont comparés à Sèvres, où l'on détermine l'écart de la valeur probable (exacte jusqu'à la sixième ou septième décimale près) avec la valeur moyenne internationale de toutes les valeurs probables entrant en ligne de compte et où l'on prévoit une correction correspondante de leur valeur probable [11]). La valeur moyenne internationale constitue ainsi un élément d'équilibre entre les déterminations absolues entreprises périodiquement. Les Laboratoires nationaux qui peuvent effectuer des mesures absolues communiquent au Laboratoire central de Sèvres le quotient de la valeur absolue mesurée et de la valeur moyenne internationale, en indiquant l'exactitude de mesure absolue (quelques 10^{-5}). Au cas où la valeur moyenne des quotients entrant en ligne de compte s'écarte sensiblement de la valeur 1, la Conférence Générale décide qu'une modification de base (modification brusque de la valeur moyenne internationale) soit notée sur tous les procès-verbaux d'étalonnage.

Il nous semble superflu d'exposer ici en détail la détermination expérimentale du volt et de l'ampère.

Les théoriciens et les praticiens ont parfaitement raison d'être d'avis que les unités pratiques du système définitif doivent être autant que possible directement égales aux unités absolues déduites de ce système, en d'autres termes qu'il ne doive se présenter autant que possible [12]) ni multiples décimaux, ni autres facteurs dans le système des unités (unités fondamentales plus unités dérivées; il n'est pas question ici des multiples d'ordre technique).

Par contre, il en va tout autrement en ce qui concerne la relation qui existe entre les *différents* systèmes. *Nous protestons vivement contre l'exigence selon laquelle le système définitif doit correspondre numériquement au système électromagnétique pratique actuel,* car cette exigence est basée sur une *fausse interprétation du problème.* Notre assertion peut paraître quelque peu osée, mais s'explique très simplement:

La relation avec le système électromagnétique pratique a une *importance tout à fait secondaire* pour le praticien, car ce système doit être en effet abandonné par la pratique, ainsi que le système international actuel, et remplacé par le système définitif, qui sera à la fois pratique, absolu et international. Les générations futures n'attacheront pas plus d'importance à notre système électromagnétique absolu actuel ($\mu_0 = 1$) qui constitue la base du système électromagnétique pratique actuel, que nous n'en attachons actuellement au système électrostatique absolu ($\varepsilon_0 = 1$). Ces deux systèmes ne seront mentionnés que dans les manuels détaillés à titre de possibilités théoriques équivalentes. Les efforts d'unification internationale devraient les laisser tous deux de côté, mais non pas le système de Gauss, dont personne ne nie l'harmonie et l'élégance remarquables et que l'on pourrait volontiers recommander officiellement comme étant le système qui sert le mieux les buts de la physique théorique. La seule exigence qui pourrait donc être éventuellement posée, est celle d'une relation aussi simple que possible entre le système de Gauss ($\mu_0 = 1$; $\varepsilon_0 = 1$) et le système définitif ($[\mu] = p\mu_0$; dérivé: $[\varepsilon] = [\mathrm{m^2\,s^{-2}}\,[\mu]^{-1}] = p^{-1}\,\mu_0^{-1}\,[\mathrm{m^2\,s^{-2}}]$). Cette relation est donnée dans ses grandes lignes, car le système de Gauss, construit sur des suppositions symétriques pour ε_0 et μ_0, est un système à cinq unités avec facteur de transformation c, que le système définitif pratique à quatre unités ne possèdera pas et qui représente une propriété du vide *qui doit être encore mesurée avec précision.* Ce facteur apparaît dans la plupart des facteurs de transformation qui permettent de passer de l'une à l'autre des unités correspondantes des deux systèmes. La relation est donc très souple; sa détermination abstraite est une question de théorie, mais au point de vue numérique elle doit être considérée comme un résultat de mesures. Il nous paraît *absolument sans importance* que p, par exemple, apparaisse sous la forme 10^7 ou $(4\pi)^{-1} \cdot 10^7$ ou encore $1{,}000\,500 \cdot 10^7$ dans le nombre $\left.\frac{\varepsilon_0}{[\varepsilon]}\right|_{\text{definitif}} = \frac{p}{c^2\,[\mathrm{m^{-2}\,s^2}]}$ qui indique la valeur numérique de la constante diélectrique du vide dans le système $p\mu_0$ et par conséquent le facteur de transformation pour la constante diélectrique, à cause de $[\varepsilon]|_{\text{Gauss}} = \varepsilon_0|_{\text{Gauss}} = 1$. En effet, la valeur de c (vitesse de la lumière) n'est d'ailleurs pas un nombre entier. *Le fait qu'un exposant est un nombre entier n'offre pas le moindre avantage théorique et il peut être un nombre fractionnaire sans le moindre désavantage pratique.* Considéré à ce point de vue, il aurait même été préférable que p s'écartât non pas seulement de $^1/_2$ ‰ du multiple décimal exact, mais bien de 50 % par exemple, car cet écart — que l'on doit d'ailleurs exprimer, puisqu'il s'agit de deux notions différentes — ressortirait plus nettement en valeur numérique.

On ne doit naturellement pas supposer que cette dernière remarque signifie que, par le choix de $[\mu] = p\mu_0$, $p \neq 10^7$, les efforts faits pour ramener autant que possible les unités internationales aux unités électromagnétiques pratiques ont été ultérieurement déclarés superflus. Le raisonnement suivant montre nettement qu'une telle conception serait absolument fausse. Supposons qu'en 1893 (Chicago) ou en 1908 (Londres) l'ampère ait été exact, tandis que l'ohm absolu choisi ait été entaché d'une erreur de 1 %. Dans ce cas, le volt et le watt électrique absolus seraient également entachés d'une erreur de 1 %. Une substitution du watt absolu à ce faux

[11]) Procès-verbaux, loc. cit., p. 94.

[12]) Pour l'induction, on devra se contenter du fait que l'unité primaire dérivée = 1 weber/1 m² = 10^4 Gauss.

watt international aurait pour conséquence, dans le cas le plus favorable (maintien de la fausse valeur de l'ohm), que le volt et l'ampère devraient être modifiés de ½ %! Ainsi, *les efforts entrepris jusqu'en 1908 dans la technique des mesures et dans l'organisation ont leur plein effet.* Il en va exactement de même pour les efforts ultérieurs, sauf que nous les *interprétons* d'une façon différente. *p n'est pas un nombre que l'on doit mesurer aussi exactement que possible avant l'année 1940, mais bien un nombre fixé pour l'éternité et rapproché d'un certain facteur qui a déjà été déterminé jusqu'ici avec une précision suffisante pour toutes les applications pratiques* ($2 \cdot 10^{-5}$). La conception modifiée n'a d'effet que sur le genre de l'indication des résultats des mesures, mais non pas sur l'exécution des mesures absolues ultérieures.

Malheureusement, la preuve ci-dessus qu'un système MKSμ avec $[\mu] = p\mu_0$ comme quatrième unité pourrait être considéré comme le but commun de tous les efforts, se heurte au point de vue des praticiens, selon lesquels μ ne doit pas entrer en ligne de compte comme grandeur fondamentale. Il ne paraît pas facile de trouver un compromis. Nous essayerons cependant, à l'aide d'une discussion systématique de tous les points de vue entrant en ligne de compte pour le choix de la quatrième unité, d'indiquer un tel compromis, qui consiste essentiellement en une *conception plus rigoureuse de la notion de système et une introduction des regroupements d'unités dérivées dans le cadre du système MKSμ.*

Le choix de la quatrième unité dépend entièrement du but que doit remplir le groupement d'unités cherché (nous évitons intentionnellement l'expression de «système»). Les opinions peuvent être les suivantes:

a) Le groupement, servant aux buts de la *physique théorique*, doit mettre autant que possible en valeur l'harmonie de la constitution *(système didactique théorique).*

b) Le groupement, servant aux buts de l'*électrotechnique théorique*, doit exprimer aussi clairement que possible et indépendamment de tout arbitraire la structure de l'électromagnétisme, en partant du principe des quatre unités *(système didactique électromagnétique pratique).*

c) Le groupement, servant aux besoins de l'*électrotechnique pratique*, doit permettre une description aussi simple que possible des principales relations pratiques, en partant du principe des quatre unités *(groupement descriptif).*

d) Le groupement doit refléter le *rapprochement expérimental* aux unités mécaniques, auquel tendent les grands laboratoires *(groupement de rapprochement).*

e) Le groupement servant aux buts de la technique des mesures *pratiques* doit indiquer comment une unité quelconque doit être dérivée des étalons échangeables *(groupement d'échange).*

Nous ne nous occuperons pas de la question de la rationalisation des unités, car cette question peut être traitée indépendamment du problème qui nous intéresse pour l'instant.

En ce qui concerne *d)*, l'argumentation peut être la suivante: Au cas où l'on peut supposer que, dans un avenir plus ou moins rapproché, la précision absolue que l'on peut atteindre pour une grandeur (R, L, C) électrocinématique (c'est-à-dire ne renfermant, à part la perméabilité, que la longueur et le temps) soit plus grande que pour une grandeur (I, U, Q, etc.) électrodynamique (renfermant la notion de force ou d'énergie), la quatrième unité devrait être choisie dans le premier groupe, car la précision absolue d'une grandeur quelconque dérivée de l'unité est moindre que la précision absolue de l'unité. Si l'on choisit donc l'ampère absolument exact à $1 \cdot 10^{-4}$ comme quatrième unité, on commet déjà une faute de principe contre le caractère d'unité de l'ampère, dès que l'on prétend qu'une résistance peut être déterminée avec une précision absolue à $2 \cdot 10^{-5}$, car une telle prétention doit s'appuyer sur des unités qui se trouvent *derrière* l'ampère. A ce point de vue, l'ampère n'est pas approprié comme unité fondamentale.

Il est toutefois intéressant de constater que cette argumentation, que nous venons d'exposer parce qu'elle pourrait inciter certaines personnes à décider en faveur de l'ohm par rapport à l'ampère, est un coup nul. En effet il ne faut pas oublier que dans le système de Giorgi une seule unité peut être choisie librement, tandis que l'on doit procéder à une mesure absolue du courant (outre la mesure absolue de la résistance) comme équivalent expérimental du principe de l'équivalence de l'énergie (ou force) électrique et de l'énergie mécanique. L'argumentation mentionnée recommande implicitement les groupements *d)* ou *e)*, qui sont tous deux contraires à l'exigence de Giorgi, qui ne prescrit que quatre unités.

Il est extrêmement important que l'on se rende parfaitement compte que la discussion au sujet de la quatrième unité ne peut avoir lieu *que sur la base des exigences b) ou c)*, car l'exigence *a)* n'entre également pas en ligne de compte, comme nous l'avons déjà dit.

En ce qui concerne *b)*, il ne fait aucun doute qu'un multiple de la perméabilité du vide est l'unité donnée, car ce choix évite tout arbitraire. La désignation explicite de la perméabilité comme grandeur physique avec dimension propre exclut toute imprécision et toute incorrection; elle satisfait en outre à l'exigence fondamentale, selon laquelle les unités d'un système théorique satisfaisant doivent être définies par des propriétés naturelles. Du point de vue de *b)*, le choix de n'importe quelle autre grandeur spécifiquement électrique devrait être combattu, car la définition MKS de cette unité *devrait* contenir la définition de l'unité de perméabilité.

Le point de vue des praticiens, qui a trouvé son expression dans l'éviction de μ du choix restreint, ne doit pas être considéré seulement comme une confusion des fonctions afférant à une unité et à un étalon, mais il montre que les buts de *b)* et *c)* sont manifestement opposés. Les praticiens paraissent désirer que la première des unités du groupe ne

soit pas une grandeur d'importance *fondamentale* telle que μ, mais bien une grandeur d'importance *centrale*. A ce point de vue, une grandeur dynamique, telle que le courant I, dont les relations avec les autres grandeurs du groupement *b)* sont simples et qui évite des puissances fractionnaires dans les équations dimensionnelles [13]), serait mieux appropriée que la résistance R par exemple. Il ne faudrait toutefois pas se donner trop de peine à chercher un beau schéma de constitution, car *tous les groupements descriptifs (type c) sont entachés d'arbitraire et ne conviennent par conséquent jamais à tous.*

La substitution des unités absolues est nécessairement liée à une hypothèse sur une propriété électrique du vide. Comme cette substitution doit servir dans la même mesure à élucider pratiquement et théoriquement la question, et qu'un établissement indépendant du système pratique définitif par la Conférence Générale d'une part et par la CEI d'autre part doit être absolument évité dans l'intérêt de l'unification, il semble évident de *ramener à la formule générale b) aussi bien les efforts de la CEI que ceux de la Conférence Générale.* Pour l'instant, il est sans importance que la perméabilité du vide ait telle ou telle valeur numérique. L'essentiel est qu'*un seul* système soit prépondérant tout au moins dans les manuels d'électrotechnique et dans tous les travaux originaux d'électrotechnique. A cet effet, il est recommandable de *considérer le but c) comme subordonné au but b)* et de borner l'application de la notion de système aux groupements *a)* et *b)*. Il est également recommandable d'ôter aux groupements *d)* et *e)* le caractère d'un système, dans une mesure encore plus grande que pour le groupement *c)*. Par cette distinction rendue possible par une notion du système plus rigoureuse, nous voulons faire ressortir ce qui suit:

La *caractéristique du système* réside dans la *mise en vedette* aussi peu arbitraire que possible de certaines unités principales dans le cadre d'un principe supérieur. Si l'on considère que les unités principales, aussi bien que les unités dérivées et les combinaisons de ces dernières, ont des droits équivalents, on peut procéder à l'intérieur de cet ensemble d'unités à un regroupement (dans le genre d'une transformation de coordonnées) selon des points de vue spéciaux *subordonnés*, par comparaison aux principes qui caractérisent la notion de système. Le choix des unités ayant priorité sur les autres peut avoir lieu arbitrairement (comme pour *c)* ou de façon à correspondre aux faits (comme pour *d)* et *e)*. Parmi les principes directeurs, nous ne pourrions reconnaître que celui de la symétrie [qui conduit au système de Gauss *a)*] et celui du nombre minimum d'unités (Giorgi).

Tous les systèmes et groupements considérés ici ont naturellement un caractère absolu.

Encore quelques remarques sur la résistance, qui est pour le praticien la grandeur la mieux appropriée à jouer le rôle d'un étalon. Le plan de Giorgi consistait 1° à ne prévoir qu'un nombre minimum d'unités et 2° à reconnaître à l'étalon de résistance le caractère d'une unité [14]). Le fait suivant est donc réellement singulier: La grandeur que l'on croit instinctivement pouvoir considérer comme la mieux apte à constituer la quatrième unité est de plus en plus délogée de sa position privilégiée par la poursuite conséquente du principe de l'absolu et du principe du nombre minimum d'unités. Elle finit par apparaître moins appropriée que μ du point de vue de l'exigence *b)* et (probablement) moins appropriée que I du point de vue de l'exigence *c)*. Enfin, l'ohm donne la fausse impression, en sa qualité d'unité fondamentale, qu'il s'agirait d'un groupement dans le sens de *d)* ou *e)*, ce qui n'est pas possible, comme nous venons de le voir. A cela vient s'ajouter encore le fait suivant: Si l'on voulait éviter la modification de $^1/_2\,^0/_{00}$ de l'unité de résistance et ôter à la perméabilité sa valeur de priorité et la reléguer en second plan, la définition de l'unité de résistance par exemple devrait être équivalente à

$$[R] = 1{,}000\,500 \cdot 10^7 \cdot \mu_0\ [\mathrm{m^1 s^{-1}}],\ \mu_0 = 1$$

On ne pourrait pas introduire cette unité dans les équations de dimensions MKSΩ, bien qu'elle renferme elle-même les dimensions du mètre et de la seconde, sinon toutes les grandeurs spécifiquement électriques seraient liées aux unités MKS non seulement par des puissances décimales exactes, mais également par des puissances du facteur 1,000 500.

Pour supprimer cette faute d'élégance, on devrait poser $\mu_0 = 10^{-7}/p$, comme ce fut le cas lors de la création du système MKS actuel, c'est-à-dire ajouter l'encombrant facteur p à la perméabilité du vide, ou en d'autres termes définir explicitement une mesure pour la perméabilité. Mais alors la définition de l'ohm aurait à nouveau la forme

$$[R] = [\mathrm{m^1 s^{-1}}\,[\mu]^{\,1}],\ \ [\mu] = p\mu_0$$

faisant ressortir nettement le caractère dérivé. *Par conséquent, la tendance d'éviter une modification de l'ohm ne peut pas concorder de façon satisfaisante avec le choix de l'ohm comme quatrième unité.*

En résumé, la constitution du système proposé peut se *motiver* comme suit:

Exigence du nombre minimum d'unités. En reconnaissant pleinement l'élégance du système de Gauss basé sur la symétrie — auquel on reviendra certainement toujours, lorsque l'on voudra faire ressortir la structure des phénomènes électromagnétiques — on a parfaitement raison de vouloir établir pour la pratique un système absolu cohérent

---

13) Procès-Verbaux, loc. cit., p. 99.

14) Procès-Verbaux, loc. cit., p. 331.

(évitant les dualités qui ne sont pas pratiquement utiles) avec un nombre minimum d'unités (Giorgi). Afin de tenir compte du fait que, dans la pratique courante, c'est l'électricité dynamique et non pas l'électricité statique qui présente le plus grand intérêt, on donnera la préférence à un système du type électromagnétique.

Suppression du facteur de transformation A. Dans la formule de Maxwell $c = A/\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$, le facteur de transformation A est une conséquence de la dualité de la constitution, c'est-à-dire du choix indépendant de ε_0 et μ_0, aussi doit-on absolument chercher à supprimer ce signe de dualité en admettant A sans dimension $= 1$. On supprime ainsi la grandeur électrique la plus problématique et qui dépend plus que toutes les autres de l'interprétation.

Suppression du facteur de transformation pour l'énergie (puissance). Si l'on exprime le fait qu'il existe en électrodynamique une grandeur qui puisse être considérée comme équivalente à la puissance mécanique, en supprimant un facteur de transformation entre watt électrique et watt mécanique, le choix des unités libres est réduit à quatre.

La perméabilité, quatrième grandeur fondamentale du systme MKSμ absolu. Du fait qu'il n'y a actuellement aucune raison pour abandonner la longueur, la masse et le temps comme grandeurs mécaniques fondamentales, en particulier le mètre, le kilogramme et la seconde comme unités, il reste donc à choisir *une* grandeur spécifiquement électrique. Le médium servant dans toutes les relations électromagnétiques de membre intermédiaire entre le champ électrique (magnétique) et le corp d'essai mécanique, il s'ensuit que le médium est déterminant pour toutes les grandeurs spécifiquement électriques et magnétiques. On n'a donc aucune raison d'élever au rang de grandeur électrique fondamentale autre chose que la perméabilité.

Le vide, médium-étalon. Comme étalon électrique, la nature nous offre le vide.

Choix de l'unité. Pour unité $[\mu]$ de la perméabilité, il est recommandable de choisir par exemple $1{,}000\,500 \cdot 10^7$ fois la perméabilité μ_0 du vide. L'unité $[\mu]$ devrait être pourvue d'un nom et d'un symbole.

Commentaires: Le facteur $p = 1{,}000\,500 \cdot 10^7$ est analogue au rapport 1 : 86 400 dans la définition de la seconde et au rapport numérique entre le mètre (considéré comme étalon) et la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium (considérée comme mesure naturelle de longueur). Une puissance décimale exacte n'offrirait ni avantage, ni désavantage. p ne se présente que dans les manuels, les travaux originaux sur les mesures absolues et dans les relations internes entre laboratoires nationaux.

Unités dérivées. La plupart des unités dérivées pratiques (ohm, henry, farad, ampère, volt, coulomb, weber) sont directement égales aux unités MKSμ absolues.

Substitution sans difficulté des unités absolues. Un avantage spécial de ce système est que les résistances étalonnées de cette façon ne s'écartent pas de plus de $^1/_{40}$ $^0/_{00}$ environ des résistances internationales étalonnées de la façon actuelle.

Date de la substitution des unités absolues. La précision absolue de $2 \cdot 10^{-5}$ atteinte par les mesures de résistance étant suffisante pour tous les besoins de la technique appliquée des mesures de précision, la substitution des unités absolues pourrà avoir lieu dès que les mesures absolues du courant s'effectueront avec une précision suffisante pour que l'on puisse distribuer des éléments Weston d'une précision absolue satisfaisant à tous les besoins de la technique *appliquée* des mesures de précision.

Précision externe. Toutes les indications d'étalonnage sont données en valeurs absolues (excepté dans le cas de désirs spéciaux motivés), avec indication d'une incertitude *minimum* en valeur absolue fixée périodiquement par la Conférence Générale (actuellement $2 \cdot 10^{-5}$ pour l'ohm par exemple).

Précision interne. L'échange des expériences dans un même institut et entre le Bureau International de Sèvres et les Laboratoires nationaux se fait avec indication des valeurs relatives sensiblement plus précises. Ces valeurs relatives (c'est-à-dire les indications apposées sur les étalons) se modifient par de brusques écarts, toujours négligeables pour la technique appliquée des mesures de précision et devenant d'année en année plus petits. Ces valeurs sont également fixées périodiquement par la Conférence Générale.

Efforts communs de la Conférence Générale et de la CEI. Le système MKS$[\mu]$, résultat des efforts communs de la Conférence Générale des Poids et Mesures et de la CEI devrait être le seul système recommandé officiellement aux praticiens, car ce serait la seule manière de réaliser un grand progrès par rapport à l'état actuel de la question de l'unification. Le groupement descriptif, avec l'ampère comme unité de départ par exemple, devrait être désigné comme une possibilité *dérivée* du système MKS$[\mu]$, c'est-à-dire *subordonnée* à ce système, et utile pour certaines applications.

Die Erneuerungsarbeiten 1935/36 im Elektrizitätswerk Winterthur.

Von *W. Howald*, Winterthur.

621.316.13.004.67(494)

Das in seinen Anfängen auf das Jahr 1904 zurückgehende EW Winterthur weist teilweise stark veraltete Anlageteile auf. Im Jahr 1935 wurde mit einer durchgreifenden Erneuerung begonnen. Dabei kam neuzeitliches Schaltmaterial zur Anwendung, was auch das Interesse anderer Werke beanspruchen dürfte.

Le Service de l'électricité de Winterthour, dont les débuts remontent à 1904, possède des installations en partie vétustes. En 1935, on a entrepris de les renouveler à fonds. Pour ce faire on s'est servi d'appareillage susceptible de retenir l'attention d'autres entreprises.

Im Bull. SEV 1935, Nr. 2, stand eine kurze Notiz über die projektierten Umbauarbeiten im Netz des EW der Stadt Winterthur. Unterdessen sind die vorgesehenen Arbeiten zum Abschluss gekommen. Die Ausführung gab Anlass zur Erprobung von allerhand neueren Hilfsmitteln der Elektrotechnik, die das Interesse weiterer Fachkreise beanspruchen dürfen, so dass eine kurze Beschreibung angebracht scheint.

1. Allgemeines.

Das EW der Stadt Winterthur bezieht seine Energie in 45 kV aus dem Netz der NOK/EKZ über die zwei Haupttransformatorenstationen «Winterthur» und «Mattenbach». Die erste liegt in der Nähe der grossen Maschinenfabriken, die andere im Südosten der Stadt.

Von diesen Stationen aus wird die Energie in 3 kV über ein Netz von ca. 78 km Leitungslänge verteilt. Ca. 70 % der Energie wird in Hochspannung an die Abonnenten abgegeben. 9,8 Millionen kWh werden in werkseigenen Transformatorstationen auf 380/220 V transformiert und über ein Netz von 214 km Leitungslänge verteilt. Von einer zentral gelegenen Umformerstation aus werden weitere 2,1 Millionen kWh an das alte Gleichstromnetz und an die Strassenbahn abgegeben. Diese Umformerstation ist 24stündig bedient und bildet zugleich den Zusammenschlusspunkt der im allgemeinen getrennt betriebenen Netze «Winterthur» und «Mattenbach».

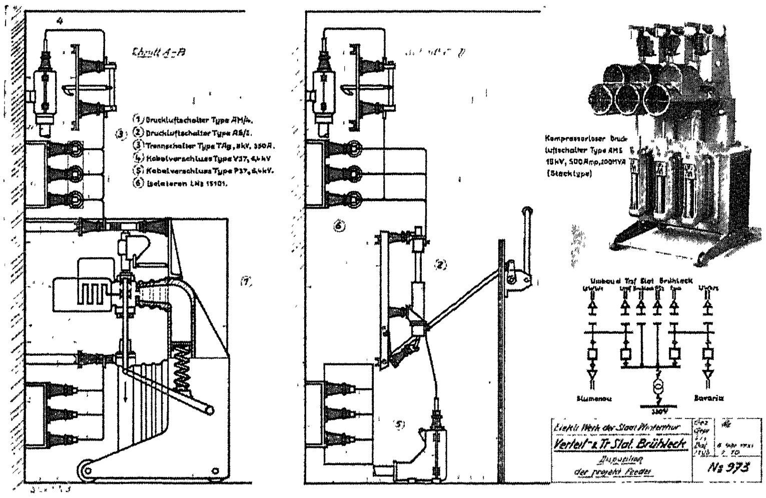


Fig. 1.
Projekt für den Umbau der Schaltstation Brühleck.

Mit der Zunahme der Energieabgabe handelt es sich nun darum, das bestehende Netz so zu schalten und zu betreiben, dass einerseits die Störungsanfälligkeit möglichst gering ist und dass ferner die verlegten Kabel bestmöglich ausgenützt werden. Ferner soll später die Versorgung des mittleren Stadtgebietes über eine dritte 45/3-kV-Transformatorenstation erfolgen. Im Hinblick auf diese Entwicklung wurden die im folgenden erläuterten Umbauten ausgeführt, die als erster Schritt einer Modernisierung des Netzes zu bewerten sind.

2. Umbau Brühleck.

In der Schaltstation Brühleck mündeten bisher zwei 3-kV-Speisekabel vom UW «Winterthur». Ein drittes, im allgemeinen unbenutztes Reservekabel führte daran vorbei. Abgehend waren vier Kabel, von denen zwei nach der Umformerstation führten, während über die andern beiden die Gebiete von Veltheim-Wülflingen gespeist wurden. Die Zusammenschaltung aller Kabel erfolgte über Trenner fest an die gemeinsame Sammelschiene, wodurch eine Selektivität bei Störungen unmöglich war.

Der Umbau wurde nun so durchgeführt, dass alle drei Speisekabel in die Station eingezogen, aber an separate Sammelschienenteilstücke angeschlossen wurden. Die Sammelschienenstücke sind dann durch zwei Kuppelschalter unter sich verbunden. Ferner ist vorgesehen, später in die beiden abgehenden Kabel «Bavaria» und «Blumenau» zwei weitere Schalter einzubauen. Durch diese Auflösung in einen lose gekuppelten Betrieb ist es möglich geworden, Störungen auf den einen oder andern Strang zu beschränken, was sich bereits in der Verkürzung von Unterbrüchen angenehm bemerkbar gemacht hat.

Infolge der baulichen Verhältnisse war der zur Verfügung stehende Raum äusserst beschränkt. Es war daher nicht möglich, zwischen Schalter und Sammelschiene die nötigen Trenner anzubringen, sondern es musste eine ausfahrbare Konstruktion nach Art der amerikanischen Schaltwagen gesucht werden. Um eine Automatisierung zu ermöglichen, war ebenfalls ein Kraftspeicher-Antrieb vorzusehen, da eine ausreichende Hilfsspannung für einen Motor- oder Magnetantrieb nicht zur Verfügung steht.

Unmittelbar nebenliegende, bewohnte Räume und das Fehlen eines Oelablaufes legten die Wahl eines öllosen Schalters nahe. Es wurde daher ein sogenannter kompressorloser Druckluftschalter Typ AM, Fabrikat Sprecher & Schuh, gewählt. Dieser arbeitet in der Weise, dass beim Abschalten durch eine gespannte Feder ein Kolben vorwärts getrieben wird, welcher die zum Löschen des Lichtbogens nötige Druckluft erzeugt. Gleichzeitig wird durch den Schaltstift die Unterbrechung und damit der Lichtbogen eingeleitet. Die Verwendung des brennbaren Oeles ist damit vermieden.

Fig. 1 zeigt das Projekt des Umbaues, aus dem alle Einzelheiten ersichtlich sind. Für den Transformator wurde ein Kleinleistungsschalter, Typ AS, der Firma Sprecher & Schuh [1]) eingebaut. Auf der Sekundärseite des Transformators ist ein Schütz eingebaut, welcher auf Rückstrom nach dem Transformator zu auslöst. Seine Relais sprechen mit einiger Verzögerung bereits auf die Leerlaufleistung des Transformators an. Es ist beabsichtigt, später eine Wiedereinschaltvorrichtung anzubringen und so eine Maschennetzschaltung zu ermöglichen.

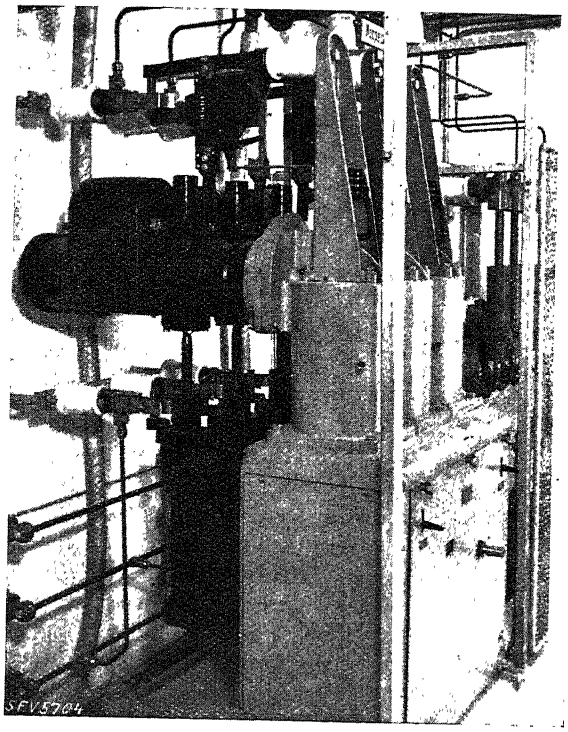


Fig. 2.
Schaltstation Brühleck. (AM4-Schalter, Sprecher und Schuh).

Fig. 2 zeigt eine Innenansicht der umgebauten Station, aus der der Anschluss des AM-Schalters ersichtlich ist. Rechts davon befindet sich der AS-Lasttrenner für den Transformator.

Jede Schalterauslösung in der Station wird über vorhandene Prüfdrähte eines alten Gleichstromspeisekabels auf dem später beschriebenen Fernmeldeschema in der Umformerstation angezeigt.

[1]) Bull. SEV 1934, Nr. 26, S. 744.

3. Umbau der Umformerstation.

In der *Umformerstation* war bis jetzt eine Schaltanlage mit einfacher Sammelschiene und mit Oelschaltern mit von einzelnen Schaltsäulen aus bedienbaren Handantrieben eingebaut. Diese stammte aus dem Jahre 1904 und war durch die nachträglichen Erweiterungen unübersichtlich und gedrängt geworden. Zudem genügten die alten Schalter weder in mechanischer noch in elektrischer Hinsicht den Anforderungen auf genügende Betriebssicherheit (Fig. 3).



Fig. 3.
Alter 3-kV-Schaltraum der Umformerstation.

Der rasche Ersatz dieser Anlage wurde daher dringlich, um so mehr als von hier aus bei Störung auf dem einen oder andern Netzteil die Umschaltungen vorgenommen werden müssen. Da der Akkumulatorenraum hinter der alten Schaltanlage vorläufig noch belegt ist, so ergab sich als einfachste Lösung eine vorgebaute unterirdische Station, welche einen direkten Zugang vom Maschinenhaus aus ermöglichte. Ein zweiter Zugang besteht vom alten Schaltraum her.

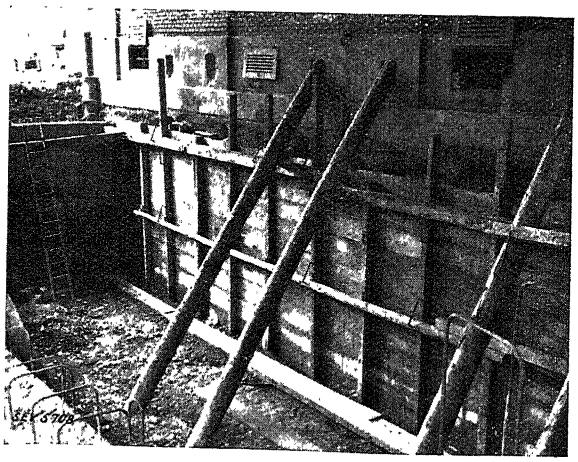


Fig. 4.
Umformerstation, Fundamentarbeiten der neuen 3-kV-Schaltanlage.

Die baulichen Arbeiten boten wegen des nötigen Unterfangens der Maschinenhausfundamente einige

Schwierigkeiten. Fig. 4 zeigt die offene Grube; die provisorischen Mauerabstützungen sind deutlich zu sehen.

Die Schaltanordnung wurde so getroffen, dass für die ankommenden Leitungen ein Doppelsammelschienensystem zur Verfügung steht. Dieses ist in der Längsrichtung unterteilt, wodurch die von den Netzteilen Ost und West ankommenden Kabel getrennt werden. Die eine Schiene kann zudem als Hilfsschiene benützt werden. Sie ist hierzu über einen Kuppelschalter mit der Hauptschiene verbunden. Dadurch können einzelne Anlageteile abgetrennt und revidiert werden, ohne dass der Betrieb stillgelegt werden muss.

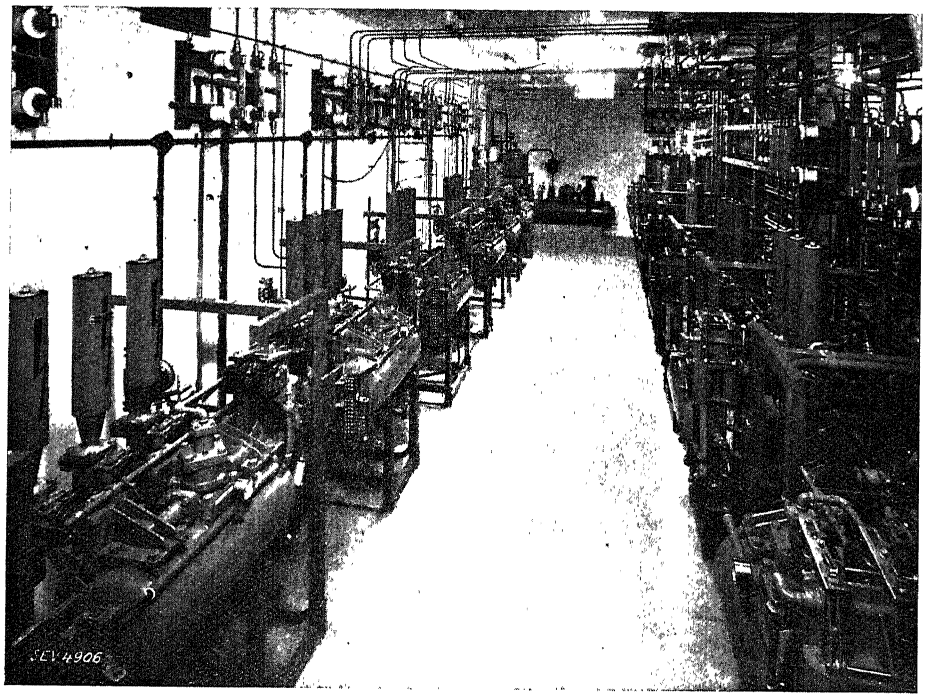


Fig. 5.
Umformerstation, neue 3-kV-Schaltanlage.
(Brown-Boveri-Druckluftschalter, Installation unvollendet.)

Die Schalter für die abgehenden Kabel zur Speisung der bestehenden Umformer und Gleichrichter sind ebenfalls an unterteilte Sammelschienenstücke angeschlossen, und zwar nach 440 V Stadtbetrieb (Umformer) und 600 V Trambetrieb getrennt. Im Kuppelfeld ist ein neuer Gleichrichter für die Abgabe von zwei Gleichspannungen angeschlossen.

Jede Sammelschienenhälfte ist mit 3 Spannungswandlern in Sternschaltung versehen, die zur Ableitung von statischen Ladungen dienen. Für jede ankommende Leitung ist ebenfalls ein Spannungswandler vorhanden, zur Spannungsanzeige und Synchronisierung. Wo eine Messung nötig ist, sind alle nötigen Wandler so vorhanden, dass bei Aenderungen im Schaltzustand keine sekundären Umschaltungen der Messleitungen nötig werden.

Aus Gründen der Verqualmungs- und Brandgefahr wurden auch für diese Anlage nur öllose Schalter in Betracht gezogen. Dabei erhielt der Druckluftschalter wegen seiner absoluten Explosionssicherheit vor dem Wasserschalter den Vorzug. Von den verschiedenen, bei der Projektierung verfügbaren Typen befriedigte infolge seines einfachen Einbaues der neue Brown-Boveri-Druckluftschnellschalter am besten. Dieser erlaubte eine leichte Gerüstkonstruktion und eine flüssige Linienführung. Durch die einfachere Gesamtdisposition der Anlage wurden die Mehrkosten der Druckluftschalter samt Kompressoranlage gegenüber den Kosten von Oelschaltern mit Zellenbau wettgemacht.

Die gewählten Schalter arbeiten in der Weise, dass beim Abschaltvorgang die einströmende Druckluft den Löschkontakt schlagartig von seinem Gegenkontakt abhebt und dadurch den Lichtbogen zieht. Dieser feste Gegenkontakt ist hohl und mündet in den oben aufgesetzten Schalldämpfer. Der Lichtbogen wird nun durch die radial einströmende und axial ausströmende Druckluft bereits beim ersten Nulldurchgang gelöscht. Unmittelbar nach diesem Vorgang öffnet sich ein äusserer Trennkontakt, wodurch der Abschaltvorgang beendet wird. Das Einschalten erfolgt in Luft durch Schliessen des Trennkontaktes.

Im übrigen sei auf die Beschreibung im Bulletin SEV 1935, S. 590 ff., verwiesen. Fig. 5 und 6 zeigen die eingebauten Schalter.

Die für den Betrieb der Schalter nötige Druckluft wird in einem automatisch auf Druck gesteuerten, einstufigen Kolben-Kompressor erzeugt. Dieser arbeitet zwischen 10 und 12 kg/cm^2; über ein Reduzierventil erfolgt durch eine Ringleitung die Verteilung bei ca. 8 kg/cm^2. Diese Ringleitung ist entsprechend den Sammelschienen unterteilt. Auf jeder Seite der Ringleitung sind Ausgleichsgefässe, welche als Luftspeicher wirken, aufgestellt. Als Reserve dient eine Stahlflasche mit komprimierter Luft von 150 kg/cm^2. Jeder Schalter ist über einen Absperrhahnen und ein Rückschlagventil an die Ringleitung angeschlossen und daher für sich abtrennbar und von den Druckvorgängen in der Leitung unabhängig. Die Kompressoranlage ist in Fig. 5 im Hintergrund ersichtlich.

Die Druckluftleitungen sind aus Kupferrohr 21/25 mm angefertigt. Alle Verbindungen sind mit angelöteten Flanschen und Fiberdichtungen ausgerüstet. Diese etwas teurere Ausführung hat gegenüber Gasrohrleitungen den Vorteil der grösseren

Druckdichtigkeit. Die gemachten Erfahrungen waren denn auch sehr günstig.

Ein Relais unterbricht den Steuerstrom, wenn der Druck im System unter 7 kg/cm² sinkt, und verhindert dadurch Schaltungen bei ungenügendem Luftdruck. Infolge des Rückschlagventiles bleibt in diesem Fall trotzdem in jedem Schalter eine Luftfüllung bestehen, die bei Störung für eine automatische Auslösung genügt. Durch eine Fallklappe wird der Schaltwärter alarmiert. Schauzeichen zeigen an, ob der Druck zu tief ist, oder ob der Schalter des Kompressormotors ausgelöst hat.

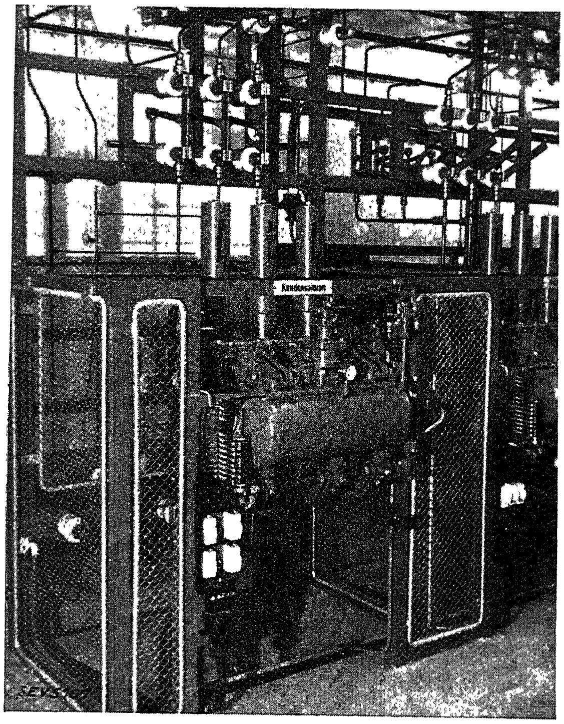


Fig. 6.
Umformerstation, Schaltfeld nach fertiger Montage.

Da die bisher im Betrieb befindliche und mit dem Umbau stillgelegte 750-kW-SI-Umformergruppe neben der Speisung des Gleichstromnetzes auch zur Phasenverbesserung herangezogen wurde, so wurde als Ersatz eine Kondensatorenbatterie von 900 kVar, bestehend aus 3 Einheiten, eingebaut. Herstellerin ist die Kondensatorenfabrik Freiburg.

Die gesamte Anlage wurde durch eigenes Personal projektiert und montiert.

Im *Maschinensaal* wurden die grosse 1500-kW-Asynchron-Umformergruppe für das 440-V-Stadtnetz und eine 120-kW-Synchron-Umformergruppe für den 600-V-Trambetrieb entfernt. In Fig. 7 ist der alte Maschinenraum dargestellt, während Fig. 8 das ganze Umbauprojekt zeigt. Auf dem Fundament der 1500-kW-Gruppe wurde ein 500-kW-Gleichrichter der Maschinenfabrik Oerlikon (MFO) aufgestellt. Dieser ist für 50 % Ueberlast während 15 min und 100 % während 2 min bemessen. Er dient im allgemeinen für die Speisung des Gleichstromstadtnetzes. Sein Transformator ist daher zur Spannungsregulierung mit einem angebauten Stufenschalter versehen, welcher 6 Stufen von 2½ % aufweist. Die Sekundärseite ist umschaltbar auf 600 V Gleichstrom, wodurch die Gruppe auch als Reserve für den Trambetrieb dient.

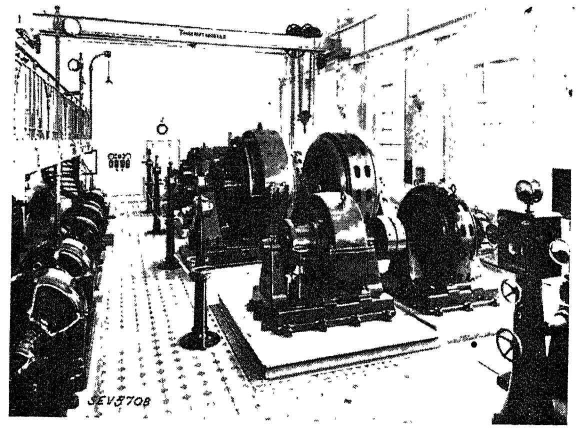


Fig. 7.
Umformerstation, Maschinensaal vor dem Umbau.

Die dem Gleichrichterbetrieb anhaftende Welligkeit der Spannung verursachte zu Beginn in den Rundfunkgeräten mit Netzanschluss Störgeräusche. Durch Einbau von auf 300, 600, 900 und 1200 Per./s abgesitmmten Filterketten im positiven Pol ist es nun gelungen, diese zu beheben. Die Störspannung ist nun nicht grösser als beim früheren Maschinenbetrieb.

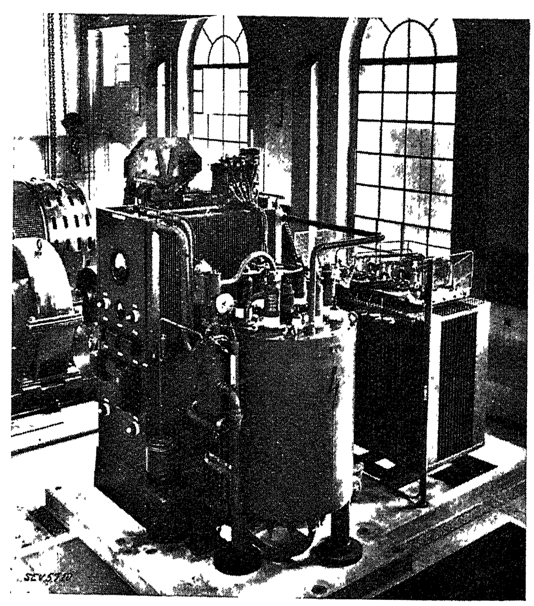


Fig. 9.
Umformerstation, neuer 500-kW-Gleichrichter der MFO.
(∼ 3200 V/— [440 ... 600 V] ± 3 × 2½ %)

Der Gleichrichter ist ferner dadurch interessant, dass er mit vollständiger Rückkühlung arbeitet. Ueber einer gewissen Zylindertemperatur wird die Kühlung durch einen Ventilator unterstützt. Entsprechend der Bauart MFO sind alle Hilfsbetriebe

inklusive Kühler in einer unter Spannung stehenden Kabine eingebaut, auf der auch der Gleichstromschnellschalter montiert ist. Die Gruppe bildet in ihrer Aufstellung dadurch vom Hochspannungsendverschluss bis zur Gleichstromausführung eine Einheit (Fig. 9).

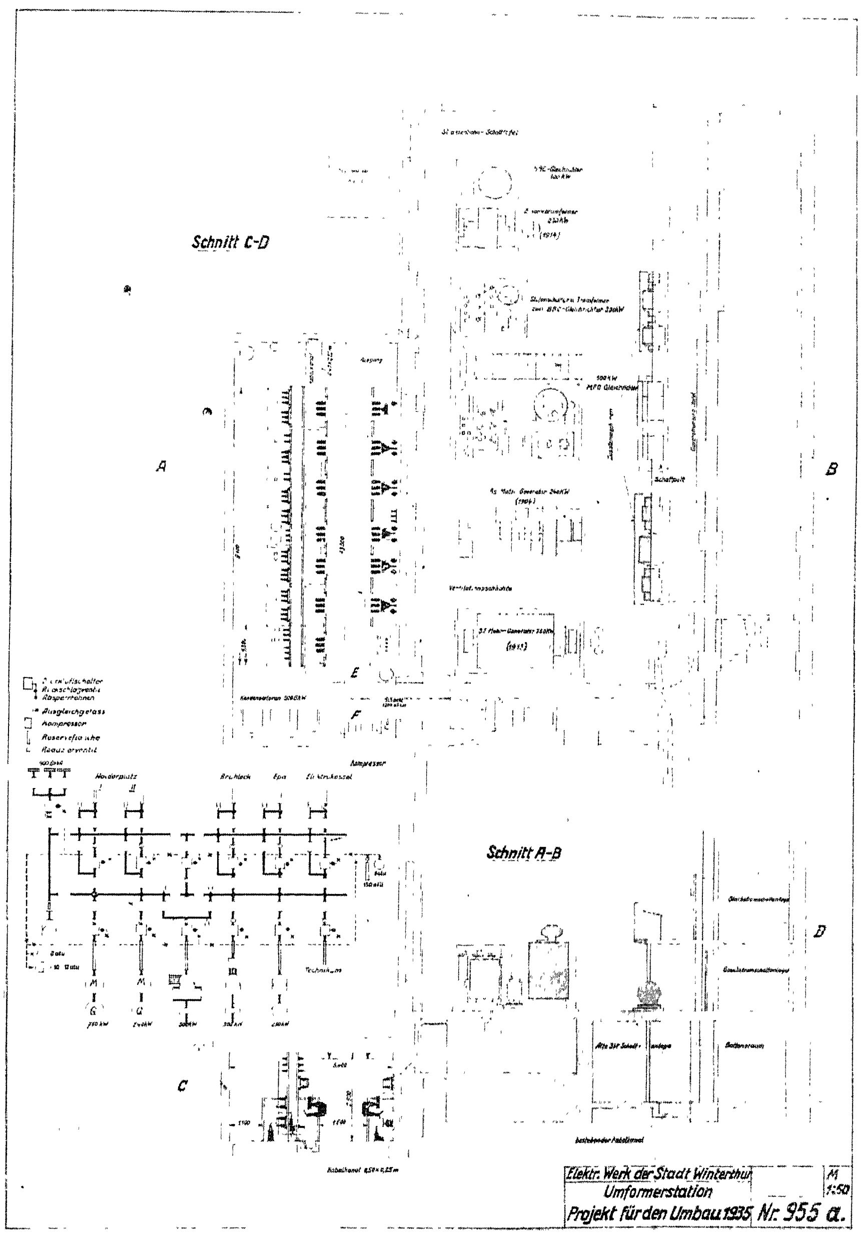


Fig. 8.
Umformerstation, Umbauprojekt.

Die Apparatekabine ist in Fig. 10 dargestellt. An der Rückwand ist links der Radiator für die Zylinderkühlung ersichtlich. Darunter befindet sich der Ventilator. Im Abteil rechts erkennt man den Trennumschalter für die gleichzeitige Umschaltung des Transformators und des Gleichrichters von 440 V auf 600 V Gleichstrom. Die übrigen Apparate dienen zur automatischen Steuerung und Kontrolle des Gleichrichters. Oben auf der Kabine sind ein Expansionsgefäss und der Schnellschalter aufgebaut.

Auf dem Fundament der zweiten Maschine wurde der Transformator des bestehenden BBC-Gleichrichters über einer Oelfanggrube mit Ablauf aufgestellt und mit einem Stufenschalter versehen. Er ist damit gegenüber seiner früheren Aufstellung im Keller besser gekühlt und steht nun unter stetiger Betriebskontrolle.

Diese Aenderung ergab im Maschinenhaus zugleich einen sehr erwünschten Abstellplatz für Material (Fig. 11).

Für die Bedienung der Anlage wurde ein Schaltpult auf der bestehenden Galerie aufgestellt. Auf diesem ist das Schema der Hochspannungsanlage aufgemalt. Die Druckluftschalter werden von hier aus mit Symbolschalter im Schema selbst fernbetätigt. Dadurch kann sich der Bedienende jederzeit über die Auswirkungen seiner Betätigung Rechenschaft ablegen (Fig. 12).

Die Schaltung der Symbolschalter ist derart, dass eine im Griff eingebaute Signallampe immer dann aufleuchtet, wenn die Stellung des Symbolschalters mit derjenigen des Hochspannungsschalters nicht übereinstimmt. Die Stellung der Sammelschienentrenner wird in ähnlicher Weise rückgemeldet. Die übrigen Trenner sind nur nach einer dekadischen Ordnung numeriert.

Die Instrumente sind ebenfalls im Schema eingebaut. Bei jedem Schalter findet sich ein Amperemeter. Die Maschinen und Gleichrichter sind ferner je mit einem Zähler versehen; die Gleichrichter besitzen ausserdem Registrierwattmeter. Zähler und Wattmeter sind separat auf zwei Messfeldern unterhalb der Schaltgalerie zusammengefasst.

Auf einem gemeinsamen Fallklappentableau ist die Störungssignalisierung zusammengefasst, wodurch Störungen oder Veränderungen im Betriebszustand sofort lokalisiert werden können. Schaltpult und Fallklappenrelais wurden durch die MFO geliefert.

4. Die Fernmessanlage.

Die neuen mit NOK/EKZ abgeschlossenen Energielieferungsverträge verlangten die Möglichkeit, die gesamte, ins Netz des EW Winterthur abgegebene Leistung zu summieren und auch die Arbeit

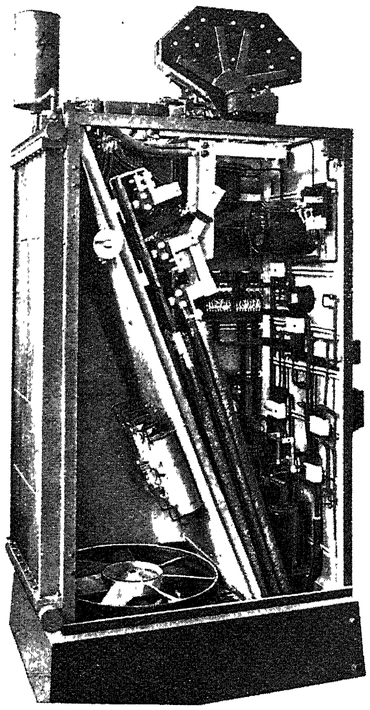


Fig. 10.
Umformerstation, Inneres der Apparatekabine für den 500-kW-Gleichrichter der MFO.

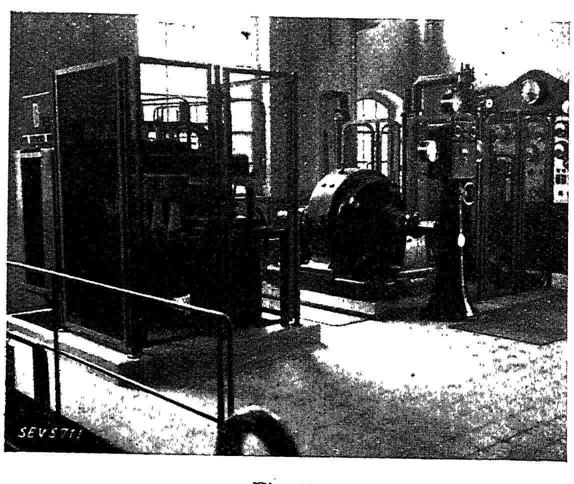


Fig. 11.
Umformerstation, Brown-Boveri-Gleichrichtertransformator, Einankerumformer und Brown-Boveri-Gleichrichter, nach dem Umbau.

summiert zu zählen. Es war daher der Einbau einer Fernmessanlage nötig. Diese gestattet, die in den beiden Haupttransformatorenstationen «Winterthur» und «Mattenbach» gemessenen Energiemengen in einem einzigen Instrument zu summieren. In Mattenbach werden kW, kWh und kVar gemessen und mit Impulsen der Frequenzen 50, 300 und 450 Per./s auf eine Telephonleitung gesandt. Die beiden höheren Frequenzen werden mit kleinen Generatoren erzeugt, während der 50periodige Strom dem

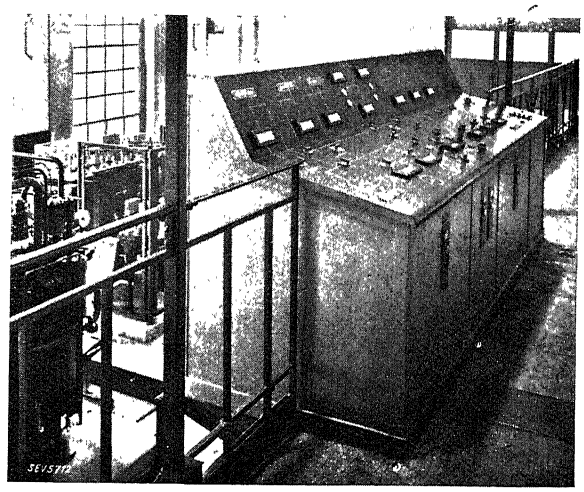


Fig. 12.
Schaltpult in der Umformerstation.

Netz entnommen wird. Mit Transformatoren und Siebkreisen wird eine gegenseitige Beeinflussung der Messimpulse verhindert.

Im Telephonamt wird die kW-Uebertragung ausgesiebt und nach der Umformer-Station geleitet, wo sie mit dem kW-Wert vom Unterwerk Winterthur einzeln angezeigt und gemeinsam registriert wird. So ist es möglich, fortlaufend den gesamten Energiebezug des Werkes zu überwachen.

Die Messwerte der Wirk- und Blindarbeit werden nach dem Unterwerk Winterthur übertragen

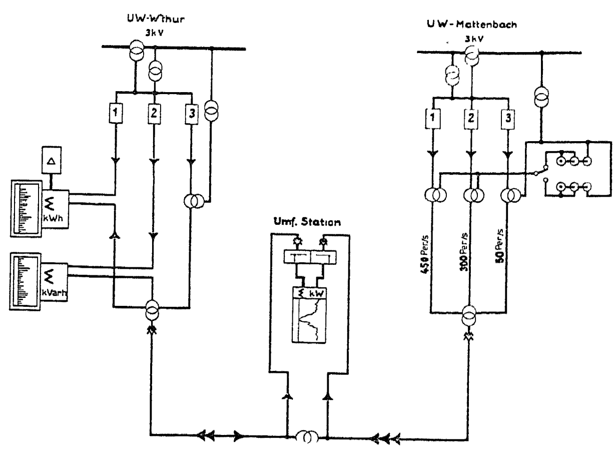


Fig. 13.
Prinzipschema der Fernmessanlage.

und mit den dortigen Messwerten summiert. Ein Maxigraph zeichnet dazu noch je die Summenkurve der zehnminutlichen Mittelwerte auf. Ein Spitzenzähler scheidet weiter die über einer gewissen Grundleistung liegende Spitzenarbeit aus, zwecks spezieller

Verrechnung. Das Prinzipschema ist in Fig. 13 dargestellt.

Die Apparate wurden von Landis & Gyr geliefert und haben sich bis jetzt bewährt. Die Montage der Apparatetafeln und die Verdrahtung wurden durch das Werk ausgeführt. Fig. 14 zeigt die Schalttafeln in den beiden Unterwerken Mattenbach und Winterthur. Die erste ist zweiteilig und enthält rechts ein Feld mit den Hilfsapparaten für die Tonfrequenzmaschinen, welche darunter sichtbar sind. Links sind zu oberst die Geberzähler, dann die Siebketten und zu unterst sog. Anpassungsübertrager aufgebaut. Die Tafel des Unterwerkes Winterthur enthält ebenfalls oben die Geberapparate, dann folgen die Empfangsverstärker für die zwei von Mattenbach ankommenden Messwerte. Unten befinden sich die Sperrkreise.

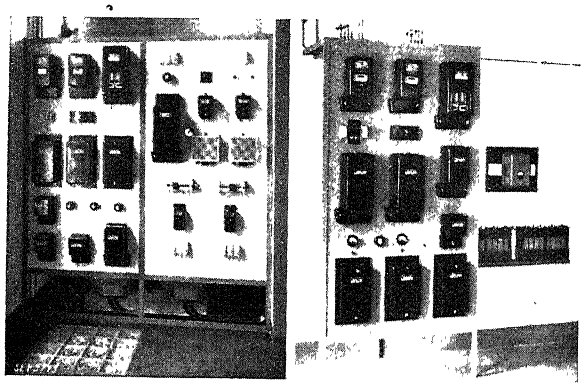


Fig. 14.
Apparatetafeln der Fernmessanlage.
a «Mattenbach» *b* «Winterthur»

Die Empfangs-Zähler und Instrumente sind hier nicht dargestellt. Sie gleichen im äusseren Aufbau vollständig normalen Zählern und Instrumenten.

5. Die Fernmeldeanlage.

Die Notwendigkeit, über Störungen sofort orientiert zu werden, um deren Dauer nach Möglichkeit abzukürzen, sowie die vereinfachte Schaltung des Netzes haben zum Einbau einer Fernmeldeapparatur geführt, die schrittweise erweitert werden soll. In Verbindung mit der Albiswerk A.-G. wurde eine ganz einfache Apparatur entwickelt, die gestattet, eine beschränkte Anzahl Meldungen von der aussenliegenden Station zur Ueberwachungsstelle zu senden. Für Uebertragung in der umgekehrten Richtung ist sie nicht geeignet; eine Fernbetätigung ist also nicht möglich. Die Apparatur kann aber von der Ueberwachungsstelle aus jederzeit zur Abgabe von Kontrollmeldungen angeregt und auf ihre Betriebsbereitschaft geprüft werden. Es ist dadurch eine einfache Apparatur entstanden, die, mit geringen Kosten installiert, eine wesentliche Verbesserung des Betriebes ermöglicht. Die Wirkungsweise beruht auf der Auswahl von Impulsen, ähnlich dem automatischen Telephon. Die Apparatur hat denn auch viel Aehnlichkeit damit. Fig. 15 zeigt dieselbe mit der Ausrüstung für eine Station mit 7 Doppelmeldungen und 2 Stationen mit je 5 Meldungen. Unten sind 2 Relais für je eine Meldung ersichtlich. Der Rahmen ist vorgesehen für

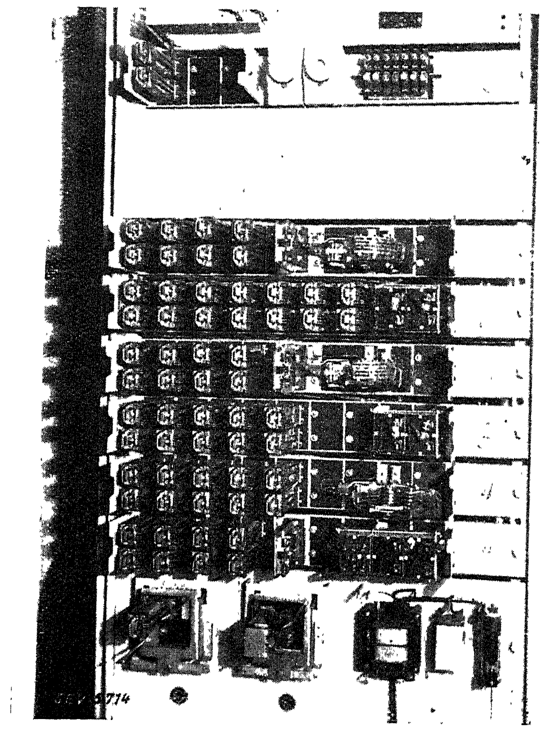


Fig. 15.
Empfangsapparatur der Fernmeldeanlage.

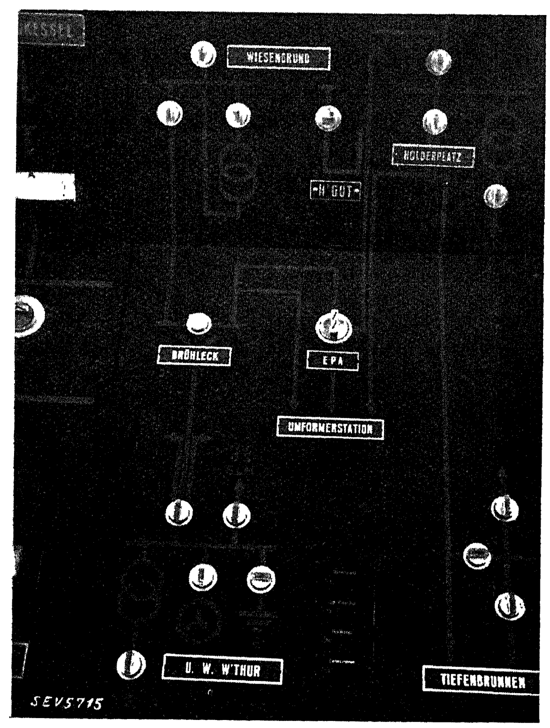


Fig. 16.
Fernmeldeanlage: Rückmeldeschema auf dem Schaltpult.

die Aufnahme von einer weiteren Ausrüstung für eine Mehrzahl von Meldungen. Die Uebertra-

gung erfolgt einerseits über gemietete Telephonschleifen, andererseits über vorhandene Prüfadern an Speisekabeln. Es wurde dadurch möglich, mit verhältnismässig geringen Aufwendungen eine sehr wirksame Ueberwachung des Netzes zu erreichen.

Das Schaltpult der Umformerstation besitzt ein spezielles Feld, auf dem ein Prinzipschema des Netzes aufgemalt ist. Für die einzelnen fernüberwachten Stationen sind entsprechend der Anzahl der übertragenen Meldungen Quittungsschalter eingebaut (Fig. 16). Deren Griff leuchtet bei automatischen Schalterauslösungen auf, wodurch sofort der Umfang einer Störung angezeigt wird. Zugleich wird durch eine Fallklappe der gemeinsame Alarm ausgelöst.

Der Umschalter in der Station «Epa» ist ferngesteuert und gestattet, das Kabel Epa an die Leitung von «Brühleck» oder an diejenige von «Holderplatz» anzuschalten.

Da eine Apparatur, welche den Schaltzustand jedes einzelnen Schalters angibt, sehr umfangreich und kostspielig würde, wurden alle gleichbedeutenden Schalter einer Station, z. B. alle der ankommenden, ferner alle der abgehenden Leitungen und die Kuppelschalter je als Gruppe zusammengefasst und so die Anzahl der nötigen Meldungen beschränkt.

6. Wirtschaftlichkeit.

Die Kosten für alle diese Umbauten beliefen sich auf total Fr. 202 000.—, wovon Fr. 8000.— für die Anlage Brühleck, Fr. 175 000.— für den Umbau der Umformerstation und Fr. 19 000.— für die Fernmessanlage.

Der bessere Wirkungsgrad des Gleichrichters und der Wegfall der Erregerverluste für die Phasenkompensation mittels SI-Motor ermöglichen die fast vollständige Deckung der Verzinsung und Amortisation der Ausgaben für die Umformerstation. Die Kosten für die Fernmessanlage wurden durch die infolge der besseren Betriebsüberwachung verbesserte Ausnützung der bezogenen Maximalleistung und der damit verbundenen Senkung des Energiepreises hereingebracht.

Nach der nun einjährigen Betriebsdauer kann gesagt werden, dass die Neuerungen den Erwartungen vollständig entsprochen haben. Besonders die Luftschalter haben sich bei verschiedenen schweren Abschaltungen so bewährt, dass im laufenden Jahr zwei weitere Stationen damit ausgerüstet werden.

Ein neues elektrisches Meßsystem für hochempfindliche und raschwirkende Regler und Relais.

Von *A. Gantenbein*, Zürich-Oerlikon.

621.318.5

Es wird ein neues Meßsystem beschrieben, das nach dem Induktionsprinzip arbeitet und wie ein Kurzschlussläufer-Motor aufgebaut ist. Der Rotor besteht aus einem dünnwandigen Zylinder aus einer Eisen-Kupfer-Kombination, die magnetische und elektrische Leitfähigkeit besitzt, so dass der sonst übliche feststehende Rotorkern aus magnetischem Material entbehrt werden kann. Das neue System besitzt bemerkenswert gute Eigenschaften, was an Kurven nachgewiesen wird.

L'auteur décrit un nouveau système basé sur le principe d'induction et construit comme un moteur à cage d'écureuil. Le rotor est formé par un cylindre à paroi mince, en un alliage fer-cuivre qui possède une conductibilité électrique et magnétique suffisante, de sorte que l'on peut se passer du noyau en matière magnétique. Le nouveau système présente des propriétés remarquables, que l'auteur prouve par des graphiques.

Von einem elektrischen Meßsystem für hochempfindliche und raschwirkende Regler oder Relais werden ausser voller Betriebssicherheit je nach der Anwendung noch geringe Beeinflussung durch Frequenzänderung, Spannungsänderung, Temperaturänderung, fremde Magnetfelder usw. verlangt. Ferner ist bei solchen Meßsystemen ein möglichst geringer Energieverbrauch bei grossem Drehmoment von grundsätzlicher Bedeutung. Das Verhältnis des Systemdrehmomentes (M) zur Scheinleistungsaufnahme (P_S) kann direkt als elektrischer Gütegrad G eines solchen Meßsystems bezeichnet werden:

$$G = \frac{\text{Drehmoment in cmg}}{\text{Aufgenommene Scheinleistung in VA}}$$

Im folgenden wird ein neues Wechselstrom-Messsystem für hochempfindliche und raschwirkende Regler und Relais beschrieben, das bemerkenswerte Eigenschaften aufweist.

Das Meßsystem arbeitet nach dem Induktionsprinzip und ist im mechanischen Aufbau einem Kurzschlussläufermotor ähnlich, also einer Konstruktion, deren zweckmässigste Ausbildung und Betriebssicherheit erprobt sind. Fig. 1 zeigt den äusseren Aufbau des Meßsystems bei entfernter Wicklung und Lagerung. Der Stator des Meßsystems trägt normalerweise zwei Wicklungen, deren Ströme

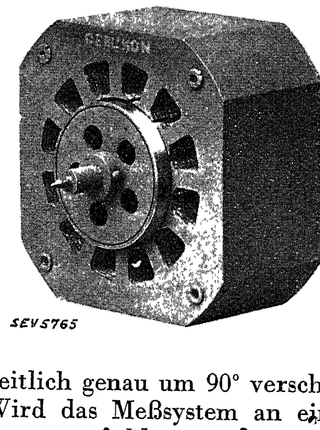


Fig. 1.
Meßsystem (Stator unbewickelt).

zeitlich genau um 90° verschobene Flüsse erzeugen. Wird das Meßsystem an einphasige Wechselspannung angeschlossen, so wird die 90° Phasenverschiebung des einen Meßsystem-Stromkreises mit einem

Kondensator erzeugt. Es lässt sich rechnerisch nachweisen [1]) und es wurde auch durch Versuche ermittelt, dass diese Anordnung in Verbindung mit dem weiter unten beschriebenen Drehsystem gegenüber Lösungen mit ohmschem Vorwiderstand oder Induktivität in einem der beiden Stromkreise die weitaus grösste Ausnützung des Systems und der Drehmomentbildung ergibt.

zität im Stromkreis einem besonders starken Frequenzeinfluss unterliegt.

Ein weiterer Vorteil des Meßsystems ist sein Verhalten bei Dauereinschaltung (Anwärmefehler). Fig. 4 zeigt die ebenfalls an einem Meßsystem für raschwirkende Spannungsregler aufgenommenen Werte. Dabei beträgt die Aenderung des Regulierwertes (Anwärmefehler) vom Moment des Einschaltens bis zum Dauerzustand den kaum messbaren Wert von nur 0,2 %. Veränderliche Raumtemperatur hat auf die Einhaltung des Regulierwertes praktisch ebenfalls keinen Einfluss.

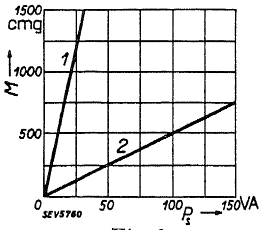


Fig. 2.
Energieverbrauch.

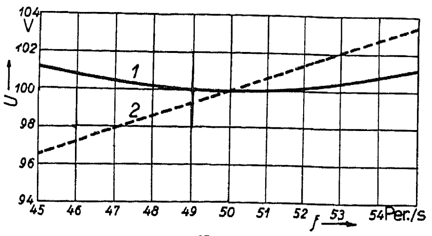


Fig. 3.
Frequenzabhängigkeit.

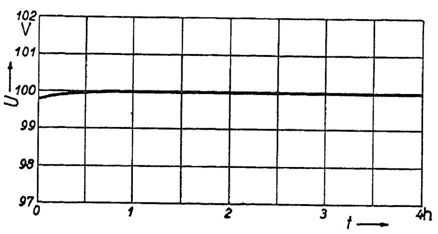


Fig. 4.
Temperaturabhängigkeit.

1 Neues System, mit Rotor aus Eisen-Kupfer-Kombination, ohne inneren (feststehenden) Eisenkern.
2 Uebliches System mit Aluminiumtrommel und feststehendem Rotorkern.

Das Rotor-Drehsystem ist nach neuen Gesichtspunkten aufgebaut. Es sind Meßsysteme nach dem Ferrarisprinzip bekannt, bei denen sich eine Aluminiumtrommel innerhalb eines engen Luftspaltes zwischen Stator und feststehendem ferromagnetischem Rotorkern bewegt. Beim vorliegenden Messsystem besteht der Rotor aus einem dünnwandigen Zylinder, dessen Material gute magnetische und elektrische Leitfähigkeit besitzt, z. B. ein gesintertes Kupfer-Eisengemisch. Bei dieser Konstruktion ist kein innerer Rotorkern (und Luftspalt) nötig, was die konstruktive Ueberlegenheit gegenüber bekannten Systemen ergibt.

Fig. 2, Kurve 1, zeigt für dieses Meßsystem den Verlauf des Drehmomentes in Abhängigkeit von der Scheinleistungsaufnahme. Kurve 2 zeigt die gleiche Beziehung der Verhältnisse für ein bekanntes System mit Aluminiumtrommel und feststehendem Rotorkern. Der Gütegrad $G = \frac{M}{P_s}$ ergibt sich aus den beiden Kurven für das neue System zu 50 cmg/VA und für das andere System zu 5 cmg/VA.

Erwähnenswert ist ferner der aus Fig. 3 hervorgehende geringe Frequenzeinfluss auf das neue System. Es ist also nicht so, wie es auf den ersten Blick scheinen mag, dass ein Meßsystem mit Kapazität im Stromkreis einem besonders starken Frequenzeinfluss unterliegt.

Anwendungsmöglichkeiten des neuen Meßsystems.

Tabelle I.

Anwendungsgebiet	Regulierte Grösse	Erreichbare Empfindlichkeit normal	Leistungsaufnahme VA
Als raschwirkende Regler u. Relais für:	Spannung	± 0,3 %	20
	Strom	± 0,3 %	20
	Leistung	± 0,5 %	Stromsystem 10 VA, Spg.-System 11 VA (für Leistung, Blindleistung, Leistungsfaktor)
	Blindleistung . .	± 0,5 %	
	Leistungsfaktor (cos φ)	0,5 Grad elektr.	
	Frequenz	bis ± 0,03 Per./s	35 VA
Als Relais für:	Energierichtung .	± 0,2 %	Stroms. 7 VA Spgs. 15 VA
	Impedanz	—	—
	Reaktanz	—	—
Als Regler für:	Ventilsteuerung .	—	—
	Drehzahlregulier.	—	—
	Brennstoffregul. .	—	—

Die Anwendungsmöglichkeit des neuen Systems (Tabelle I) ist dank der guten elektrischen Eigenschaften und dem mechanisch einfachen Aufbau sehr vielseitig.

[1]) Thoma: Anlaufmoment des asynchronen Einphasenmotors. Arch. Elektrotechn. Bd. 26 (1932), S. 856.

Vorteile des elektrischen Betriebes zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Betriebes der Bahnen.

(Nachtrag zur Diskussionsversammlung des SEV vom 18. April 1936.)

Von *W. Duerler*, Agno.

621.331 : 625.1

Der Autor, früher Oberelektroingenieur der Rhätischen Bahn, nimmt zunächst Stellung zum Ergebnis der Diskussionsversammlung vom 18. April d. J. Sodann wird die Frage des Ersatzes unrentabler Bahnen durch Strassentransporte besprochen und auf Grund einer Vergleichsrechnung gezeigt, dass wenigstens für die Verhältnisse einer Schmalspur-Gebirgsbahn das Einlegen von Reisemöglichkei-

L'auteur, ancien ingénieur-électricien en chef des Chemins de fer Rhétiques, résume tout d'abord le résultat de la journée de discussion de l'ASE du 18 avril 1936. Il examine ensuite la question du remplacement des chemins de fer déficitaires par les transports routiers et montre par un calcul comparatif que, pour un chemin de fer de montagne à voie étroite au moins, le transport par véhicules routiers est

ten beim Strassentransport unwirtschaftlicher ist als auf der Bahn unter Verwendung rein elektrisch betriebener Schienentriebwagen. Das ungünstige Ergebnis beim Strassentransport wird dabei auf die geringe Reisegeschwindigkeit zurückgeführt.

Weiter wird noch ein Vergleich angestellt zwischen rein elektrischen Schienentriebwagen und solchen mit Wärmemotoren und besonders erläutert. welche Vorteile der Elektromotor als äusserst robustes Element bildet, wogegen dargelegt wird, dass insbesondere der Diesel-Schienen-Triebwagen, der sonst alle Vorteile des elektrischen Triebwagens für die Auflockerung des Verkehrs aufweisen könnte, wegen des zu erwartenden grössern Anfalles an Ausbesserungs- und Unterhaltungsarbeiten, sich wirtschaftlich weniger günstig erweisen dürfte. Eine Rechnung kann nicht angestellt werden, da zur Zeit noch nicht genügend statistische Unterlagen für die Dieseltriebwagen vorhanden sind.

Schliesslich wird noch darauf verwiesen, dass das Problem der Rettung der Bahnen nicht allein mit technischen Mitteln gelöst werden kann, sondern dass es vor allem nötig ist, dass durch eine gesetzliche Regelung des Schienen- und Strassentransportes dem heutigen Chaos in unserm Verkehrswesen Einhalt geboten wird. Es wird besonders an die technischen Verbände appelliert, die dazu beitragen sollten, das Volk aufzuklären, damit ein solches Gesetz zustande kommt.

moins économique que par chemin de fer, si celui-ci utilise des automotrices à propulsion purement électrique. Le résultat défavorable pour le transport routier est attribué à la faible vitesse de déplacement des véhicules routiers.

L'auteur compare ensuite les automotrices à propulsion purement électrique à celles à moteurs à explosion. Le moteur électrique est très avantageux du fait de son extrême robustesse, tandis que l'automotrice Diesel-électrique, bien que présentant tous les avantages de la traction électrique au point de vue de l'assouplissement du trafic, sera probablement plus onéreuse en exploitation, à cause des réparations auxquelles on doit s'attendre et de l'entretien bien plus compliqué. On ne peut faire de calculs, car actuellement on ne dispose pas encore d'expériences suffisantes avec les automotrices Diesel-électriques.

Finalement, il faut remarquer que la solution de la crise que traversent actuellement les chemins de fer ne dépend pas uniquement des moyens techniques que l'on mettra en œuvre; il est avant tout nécessaire qu'une réglementation légale du problème rail-route vienne mettre fin au chaos qui règne actuellement dans le trafic. L'auteur demande spécialement aux associations techniques de contribuer à renseigner le public, afin que cette réglementation puisse enfin se réaliser.

Eine Diskussionsversammlung ist natürlich dazu da, dass man dort sein pro und contra zum Thema mündlich anbringt. Da ich aber etwas abgelegen wohne, musste ich schon am Freitag abreisen, um mir die Vorträge vom Samstagmorgen anzuhören, und war genötigt, den Heimweg anzutreten, bevor die eigentliche Diskussion begann, um noch am gleichen Tag nach Hause zu kommen. Deshalb sei es mir gestattet, nachträglich, nachdem der ganze Bericht, samt den Ausführungen von Herrn Reichsbahnoberrat Mühl, veröffentlicht vorliegt (Bull. SEV Nr. 17 d. J.), einige Bemerkungen dazu zu machen.

Ergebnis der Diskussionsversammlung.

Es war gewiss für die meisten Teilnehmer erfreulich, konstatieren zu können, dass verschiedene Pioniere der elektrischen Traktion zu der Versammlung erschienen waren. Sicherlich hat aber mancher dieser Pioniere den Heimweg recht schweren Herzens angetreten; denn das Fazit, das man aus dieser Versammlung ziehen konnte, bestand eigentlich nur darin, dass die Frage nicht einstimmig bejaht wurde, ob die Elektrifizierung überhaupt etwas Besonderes zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Verkehrs beizutragen imstande ist, was mit andern Traktionsarten, wenigstens in einer fernern Zukunft, nicht auch erreichbar wäre.

Als Vorteil der elektrischen Traktion gegenüber andern Betriebsarten wurde widerspruchslos und einmütig nur die elektrische Zugsheizung hervorgehoben: wahrlich ein bescheidenes Resultat! Die Elektrotechniker wussten das entschieden auch schon vor der Inangriffnahme der Elektrifizierung der Hauptbahnen, betrachteten es aber damals als etwas sehr Nebensächliches.

In der Tat beschlich auch mich nach der Versammlung ein wehmütiges Gefühl, hatte ich mich doch während 28 Jahren ausschliesslich mit der elektrischen Traktion beschäftigt und dabei nur Gutes und Erfreuliches erlebt, wenigstens soweit ich mit elektrischen Einrichtungen in Berührung kam. Es würde mir daher überaus schwer fallen, etwas anderes als Gutes über den elektrischen Betrieb auszusagen, auch wenn ich alle in den Jahren meines Aufenthaltes im Orient etwa erworbene östliche Verstellungskunst (Herr Obermaschineningenieur Müller spielte auf ein mohammedanisches Sprichwort an) zusammennehmen wollte.

Es sei mir deshalb gestattet, auf einige Vorteile der elektrischen Traktion hinzuweisen und auf einiges aus den Referaten zurückzukommen.

Ersatz unrentabler Bahnen durch Strassentransporte.

Schon im Referat von Herrn Direktor H. Parodi fiel mir auf, wie leicht er eigentlich bereit ist, über Bahnen den Stab zu brechen und ihren Verkehr dem Strassentransport zu überlassen, wenigstens soweit sie seiner Kategorie I angehören, d. h. wenn ihre Einnahmen die direkten Betriebskosten nicht zu decken vermögen.

Vom rein privatwirtschaftlichen Standpunkt aus könnte man tatsächlich sagen, ein Unternehmen, das keine Rendite abwirft, hat keine Existenzberechtigung; es soll ruhig untergehen. Und doch verfährt man auch in der Privatwirtschaft in Wirklichkeit nicht so radikal. Man denke z. B. an unsere Hotelindustrie. Wie manches Grandhotel müsste seine Pforten schliessen, wollte man nach dieser Regel verfahren, und doch halten die Finanzleute dort, und in vielen industriellen Betrieben, durch, in der Hoffnung auf bessere Zeiten. Wo es gar mit Rücksicht auf die Angestellten geschieht, kann dies entschieden nicht genug anerkannt werden.

Bei Bahnunternehmen, die ja in der Regel noch volkswirtschaftliche, oft auch strategische Bedeutung haben, sieht die Sache zudem noch wesentlich anders aus. Die Abtretung der Güter- und Personenförderung an die Strasse wäre wenigstens dort am Platze, wo der Strassentransport wirklich wirtschaftlicher ist. Ist aber dies dort, wo eine Bahn ihre Betriebskosten durch die Einnahmen nicht decken kann, auch wirklich der Fall, dass der Strassentransport wirtschaftlich wird? Herr Direktor Parodi erklärte, dass in Frankreich mehr als 10 000 km von Bahnlinien allgemeinen Interesses und etwa 25 000 km von Linien von lokalem Interesse durch Strassentransporte ersetzt werden sollten. Tatsächlich wurden solche Umstellungen vorgenommen, sah ich doch selbst schon vor wenigen Jahren an der französischen Riviera, wie von ehemaligen Ueberlandbahnen nur noch die im oder neben dem Strassenkörper verlegten Schienen zu sehen waren. Elektrische Fahrleitung und Masten waren offenbar entfernt worden und auf der Strasse besorgten Autobusse zu erstaunlich niedrigen Preisen den Personentransport. Schon ein Jahr später erfuhr ich aber, dass jene niedrigen Beförderungspreise sprunghaft in die Höhe gegangen seien; etwas hatte also in der Rechnung nicht gestimmt.

Es drängt sich die Frage auf, ob sich in konkreten Fällen ein Vergleich zwischen Bahntransport und Strassentransport rechnerisch erfassen lasse, auf welcher Basis man den Vergleich am besten anstellt und ob man genügend Unterlagen findet, um darauf die Vergleichsrechnung aufzubauen. Die Transportanstalten werden für ihre Leistungen pro km Transportweg bezahlt. Das Unternehmen, dessen Betriebsausgaben, auf den Transport-km bezogen, niedriger sind, wird also, sofern nicht noch besondere Werbungskräfte mitsprechen, besser abschneiden und wirtschaftlicher arbeiten. Auf diese Werte wird man also die Vergleichsberechnung beziehen müssen.

Für den elektrischen Betrieb sind heute genügend zuverlässige Erfahrungswerte, die als Unterlagen benützt werden

können, vorhanden, verfügen doch die SBB, wie eine Reihe anderer elektrisch betriebener Bahnen, über recht zuverlässige Statistiken. Herr Reichbahnoberrat Mühl hat hervorgehoben, dass im Gegensatz zu den sichern Rechnungsgrundlagen für den Betrieb auf der Schiene mit grosser Wahrscheinlichkeit zu sagen sei, dass ähnliche Unterlagen für die Nachprüfung der Betriebskosten beim Automobil noch nicht vorliegen. Da lässt sich doch darauf hinweisen, dass wenigstens in der Schweiz die Postverwaltung auf Grund ihres langjährigen Betriebes über zuverlässige Daten verfügen muss, wenigstens soweit die Personenförderung in Frage kommt. Gerade die Post eignet sich aber am besten zu einem Vergleich, weil sie mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit mit vernünftiger Geschwindigkeit fährt. Sie besitzt auch ein zuverlässiges Personal für Betrieb und Unterhalt und verfügt über gut eingerichtete Reparaturwerkstätten, die rationell zu arbeiten vermögen. Auch ist sie genötigt, nach kaufmännischen Grundsätzen zu rechnen, was private Strassentransportunternehmer vielfach nicht tun oder nicht tun können.

Ich bin schon vor längerer Zeit in die Lage gekommen, eine soche Vergleichsrechnung anzustellen, und zwar war für eine elektrifizierte Schmalspurbahn im Gebirge vom Charakter der Rhätischen Bahn zu untersuchen, ob es zur Verdichtung der Reisemöglichkeiten zweckmässiger sei, Triebwagenfahrten auf der Schiene oder solche mit Strassen-Autobussen auf der fast parallel laufenden Landstrasse einzulegen, wobei auf die erwähnten Grundlagen abgestellt wurde. Es ergab sich dabei folgendes:

Das Einlegen zusätzlicher Züge verursacht in bezug auf Gleisunterhalt keine Mehrkosten, sofern es sich nicht um aussergewöhnlich hohe Fahrgeschwindigkeiten handelt und namentlich auch dann nicht, wenn die elektrischen Triebwagen für die Supplementszüge viel leichter sind als die Triebfahrzeuge der normalen Züge. Gerade hier spielt das Gewicht der Triebwagen eine Rolle, während es von den andern Kostenkomponenten nur noch die Kosten für elektrische Energie beeinflusst. Auch die festen Kosten der Strecke und der elektrischen Streckenausrüstung werden nicht vermehrt. Der Vergleich mit der Strassenförderung wird dadurch für die Bahn gerechter; denn auch das Automobil der Postverwaltung braucht für den Strassenunterhalt nicht aufzukommen. Der Privatunternehmer für Strassentransporte wird allerdings behaupten, er bezahle die Strassenunterhaltungskosten durch die Abgaben auf dem Benzin. Aber es ist eine bekannte Tatsache, dass in den wenigsten Staaten die enormen Kosten, die heute die Strassen verschlingen, mit diesen Abgaben voll gedeckt werden können.

Im erwähnten Beispiel wurden für das Einlegen von Zügen rein elektrische Triebwagen mit einer Tara von 27 t bei einem Fassungsvermögen von 48 Personen (wovon 6 auf Notsitzen), also nicht ausgesprochene Leichttriebwagen, angenommen, während für den Strassentransport Autobusse, Typ eidg. Postverwaltung, mit einer Tara von 7 t, in Rechnung gestellt wurde.

Die Jahresleistung pro elektrischen Triebwagen ergab sich auf Grund eines aufgestellten Fahrplanes zu 72 000 km, was als durchaus möglich bezeichnet werden kann, erreichen doch die grossen Lokomotiven der Rhätischen Bahn trotz der auf 50 km/h begrenzten maximalen Fahrgeschwindigkeit und trotz des Umstandes, dass die Bahn keine besonders lange Strecken besitzt, durchschnittlich jährlich 73 300 km und maximal bis zu rd. 80 000 km (Jahresergebnis 1934). Beim Strassenomnibus wurde allerdings die Jahresleistung mit Berücksichtigung dessen, was die Post erreicht, zu 28 000 km in Rechnung gestellt.

Als gesamte zusätzliche Betriebskosten für das Einlegen von Zügen (Fahrpersonal, elektrische Energie, bzw. Brennstoff, Schmiermaterial, Unterhalt, Verzinsung und Einlage in den Erneuerungsfonds, für die Triebfahrzeuge, beim Strassenomnibus auch für Tankanlagen) ergaben sich:

für die Förderung mit elektrischen Schienentriebwagen
Fr. —.75 pro Triebwagen-km;
für den Strassentransport » 1.30 pro Autobus-km.

Beim Strassentransport ist also für die vorliegenden Verhältnisse das Einlegen von Reisemöglichkeiten um 74 % teurer. Das Resultat ist gewiss nicht das, was man erwartet hätte und es soll deshalb noch etwas auf den Umstand, welchem dieses für den Strassentransport ungünstige Ergebnis zuzuschreiben ist, eingetreten werden.

Fast bei allen Kostenkomponenten wirkt sich die eben viel geringere Reisegeschwindigkeit beim Strassentransport für diesen ungünstig aus. Es drückt sich dies auch in der grossen Differenz der erwähnten Jahresleistungen der Fahrzeuge aus. So hätte man auch bei der einmännigen Bedienung beider Fahrzeuge, wofür die Bahn sich ihrer qualifizierten Lokomotivführer bedienen muss, die bekanntlich einer besonders gut bezahlten Berufsklasse angehören, annehmen müssen, dass die Bedienungskosten beim Schienentriebwagen höher werden als beim Strassenfahrzeug; aber auch hier hat die geringere kilometrische Jahresleistung des geringer bezahlten Autobusführers annähernd gleiche Ausgaben pro Fahrzeug-km zur Folge. Für Dieselmotor-Betrieb würde der Strassentransport wegen der verringerten Brennstoffkosten etwas besser abschneiden. Die Differenz würde aber das Resultat wenig beeinflussen; denn wenn man auch die Brennstoffkosten ganz vernachlässigen wollte, wäre das Einlegen von Reisemöglichkeiten beim Strassenverkehr immer noch annähernd 60 % teurer als bei der elektrischen Bahn.

Man darf daher füglich behaupten, dass bei unsern schweizerischen Verhältnissen, unter Voraussetzung einer vernünftigen Fahrgeschwindigkeit des Strassenfahrzeuges, wenigstens soweit eine Verdichtung des Verkehrs in Frage kommt, für Personenbeförderung der rein elektrische Schienentriebwagen dem Strassentransport überlegen ist. Selbst wenn man sich auf den Standpunkt stellen wollte, Unterhalt und Bewachung der Bahn sollten ebenfalls dem elektrischen Schienentriebwagen anteilig belastet werden (sie betrugen bei der Rhätischen Bahn im Jahre 1934 32 Rp. pro Zugs-km), wäre man von der Parität noch weit entfernt.

Allerdings ist damit keineswegs erwiesen, dass die elektrische Bahn überhaupt wirtschaftlicher arbeitet als das Strassentransportunternehmen, wo übrigens auch noch der Gütertransport als besonderes Problem hineinspielt. Was die Bahnen im Kampfe um ihre Existenz sehr stark belastet und was bei Betrachtung der totalen Wirtschaftlichkeit mitberücksichtigt werden muss, sind die festen Kosten, die gerade dort eine grosse Rolle spielen, wo, wie bei uns, die Schienenwege bedeutende Kunstbauten aufweisen.

Ganz allgemeine Richtlinien, unter welchen Umständen es ratsam ist, den Bahnbetrieb einzustellen und den Verkehr der Strasse zu überlassen, werden sich daher namentlich in der Schweiz, wo die Verhältnisse sehr variabel sind, kaum aufstellen lassen. Das Problem «Schiene oder Strasse» liegt heute bei uns wo anders, nämlich in der ungezügelten Konkurrenz, die im Transportgewerbe herrscht. Die Privatunternehmer im Strassentransport rechnen nicht und können vielfach gar nicht rechnen. Man wirbt dort lediglich durch Unterbietungen seine Kunden an. Es haben sich hier ganz ungesunde Zustände herausgebildet, begünstigt durch den steigenden Kampf ums Dasein.

Auf diesem Gebiet hat besonders eine Gebirgsbahn recht anschauliche Feststellungen machen können: Etwas entfernt von der Bahnlinie liegen dort verschiedene Ortschaften, die früher die Bahn mit Gütern, auch Stückgütern bediente. Mit dem Aufkommen der Strassentransporte ging der Stückguttransport immer mehr zurück und sank bis auf Null. Um diesen Transport zurückzugewinnen, beschaffte die Bahn selbst ein kleineres Lastautomobil, um im Anschluss an ihre Züge den Haus-zu-Haus-Dienst bewerkstelligen zu können.

Den Automobil-Lastwagen konnte ein ohnehin im Dienst der Bahn befindlicher Wagenführer bedienen, für Remisierung war Platz im Depot und auch die Reparaturen konnte man dort ausführen. Auch eine Tankstelle, die für eine Verschiebelokomotive errichtet worden war, war schon vorhanden, so dass man, um billig transportieren zu können, alle diese Kosten nicht in Rechnung zu setzen brauchte. Man glaubte also eben so billig operieren zu können wie der Strassentransporteur; bald zeigte sich aber, dass man trotz aller dieser Vorteile noch unterboten wurde. Die Erklärung ist nur darin zu finden, dass bei den unmöglichen Offerten, die im Strassentransport gestellt werden, eben gar nicht gerechnet wird.

Wie in andern Kantonen werden auch dort bisweilen verunglückte Existenzen durch ihre Familienangehörigen für die Eröffnung eines solchen Transportunternehmens finanziert. Dass dann solche Leute kaufmännisch ordentlich rechnen können, kann man natürlich nicht erwarten. Dass aber dadurch dem Bahngewerbe, wie Herr Dir. Parodi treffend sagte, durch Abschöpfung des Nidels der Transporte die Existenz untergraben wird, ist sehr beklagenswert. Eine Regelung des Chaos im Transportgewerbe ist darum unaufschiebbar.

Vergleich zwischen rein elektrischen Schienentriebwagen und solchen mit Wärmemotoren.

Schon manche Vergleiche zwischen elektrischer Traktion und Dampfbetrieb wurden gemacht; alle zeigten, wie überlegen dem bisherigen Dampfbetrieb die elektrische Traktion ist. Ich verweise da auch auf meine Publikation «Zehn Jahre voller elektrischer Betrieb der Rhätischen Bahn», erschienen in «Elektrische Bahnen» Januar/März 1934, französisch in «Traction électrique» 1933/34. Es dürfte sich daher hier erübrigen, auf den Vergleich mit Dampftraktion näher einzureten, um so mehr, als die Entwicklung von Triebfahrzeugen mit Wärmemotoren, wenigstens im Ausland, wo man volkswirtschaftlich nicht dermassen für die Elektrizität interessiert ist wie in der Schweiz, hauptsächlich in der Richtung der Dieselmotoren ging.

Es sollen daher noch kurz Triebwagen mit Explosions- oder Verbrennungsmotoren betrachtet werden. Herr Obermaschineningenieur Müller hat erklärt, dass die Traktion mit Verbrennungsmotoren in der Weise in die Betrachtung einbezogen werden müsse, wie wenn sie schon den Grad der Entwicklung und Vollkommenheit erreicht hätte, den sie nach den Erfahrungen mit der Entwicklung anderer technischer Probleme ohne Zweifel einmal erreichen werde. Dies erscheint mir eine äusserst schwierige Aufgabe zu sein; man wird sich wohl damit begnügen müssen, die Sachen so zu betrachten, wie sie nun heute einmal sind. Es soll damit nicht gesagt sein, dass an einer weitern Vervollkommnung speziell der Verbrennungsmotoren gezweifelt werde; aber voraussehen, wie weit diese Entwicklung gehen wird, ist ein Ding der Unmöglichkeit.

Der Schienentriebwagen mit Wärmemotoren weist im Vergleich mit dem Strassenautomobil die gleichen Vorteile auf wie der rein elektrische Schienentriebwagen, erlaubt er doch ebenfalls die volle Ausnützung der hohen Fahrgeschwindigkeiten, die der Schienenweg mit den weitgehend vervollkommneten Sicherheitseinrichtungen gestattet. Um hohe Reisegeschwindigkeiten zu erreichen, die sich, wie wir gesehen haben, wirtschaftlich vorteilhaft auswirken, ist es nötig, die erreichbaren höchsten Beschleunigungen möglichst auszunützen. Schon Herr Müller hat zugegeben, dass mit Rücksicht darauf momentan die elektrische Zugförderung im Vorsprung sei; denn die Heranziehung des gesamten auf den Achsen ruhenden Gewichtes sei mit elektrischem Antrieb am einfachsten und besten durchführbar. Dieser Umstand, ferner die leichtere Regulierung, die grössere Elastizität und das Fernhalten der Schienenstösse vom Dieselmotor hat bei grössern Leistungen von Fahrzeugen mit Dieselmotoren den elektrischen Antrieb fast zur Regel gemacht.

Der Dieseltriebwagen besitzt damit fast alle Vorteile des elektrischen Schienentriebwagens; der Nachteil liegt aber darin, dass gewissermassen noch das elektrische Kraftwerk mitgeführt werden muss. Das wirkt sich besonders dort unangenehm aus, wo die Leistungen erheblich werden, d. h. wo auf beträchtlichen Steigungen noch Anhängegewichte mitgeführt werden müssen, was gerade in unserem Lande vorkommen kann. Man kommt dabei auf fast unmögliche Konstruktionen von Triebwagen mit entsprechend hohen Gestehungskosten, die einen erheblichen Teil der Kosten einer Bahnelektrifizierung aufwiegen.

Der wohl einfachere direkte mechanische Antrieb, der namentlich bei kleinern Leistungen heute in grosser Zahl Verwendung findet, bringt den Nachteil, dass der Verbrennungsmotor eben doch die Wirkung der Schienenstösse zu spüren bekommt und es treten die ähnlichen Schwierigkeiten auf, die beim Automobil zu bekämpfen waren, als man die Luftreifen noch nicht kannte. Wohl hat diese die Firma Michelin mit ihrem Schienentriebwagen mit Luftgummireifen überwunden. Dort dürfte aber der Verbrauch an Gummireifen die Unterhaltungskosten ungünstig beeinflussen.

Hier muss gerade auf einen Umstand verwiesen werden, der in der Diskussion etwas wenig zur Geltung kam, nämlich, dass wir im modernen *Elektro-Traktionsmotor ein unübertroffen robustes Element* besitzen, ganz unabhängig davon, für welche Stromart der Motor gebaut ist. Bei der Rhätischen Bahn waren auf 30 neuere Lokomotivmotoren in 11 Betriebsjahren drei Störungen durch Kurzschlüsse zu verzeichnen (vergleiche die erwähnte Veröffentlichung). Ohne überhaupt Ausbesserungsarbeiten zu erfordern, macht der moderne Elektrotraktionsmotor heute mindestens zehn Jahre Dienst; die einzigen Arbeiten für den Unterhalt während dieser Zeit beschränken sich auf das Reinigen und Abdrehen der Kommutatoren in Abständen von drei Jahren, bei den Hauptrevisionen der Triebfahrzeuge.

Gewiss liegt kein Grund vor, dass der Elektromotor für Triebwagen sich nicht ebenso robust bauen liesse wie der für Lokomotiven, wofür heute die Erfahrungen vorliegen.

Herr Mühl hat erläutert, dass die Unterhaltungskosten für Triebwagen sich nur dann in erträglichen Grenzen halten lassen, wenn die für den planmässigen Dienst erforderlichen Leistungen erheblich unter der Höchstleistung liegen, was bisher nicht bei allen Fahrzeugen beachtet worden sei. Es scheint also, dass man in Deutschland ähnliche Schwierigkeiten hatte wie bei den ältern Triebwagen der SBB. Auch darüber wird man durch Verwendung moderner, selbstventilierter Motoren mit der heute weitgehend verbesserten Wicklungsisolation hinwegkommen.

Es kann da auf eine Erfahrung der Chur-Arosa-Bahn verwiesen werden. Die Bahn hatte früher bei ihren vollständig gekapselten Gleichstrommotoren der Motorwagen häufige Wicklungsdefekte, da die Motoren auf der langen Steigung ständig mit der Stundenleistung belastet wurden. Seit die vollständig geschlossenen Motoren durch selbstventilierte, deren Dauerleistung natürlich näher der Stundenleistung liegt, ersetzt worden sind [1]), kennt man dort keine Motordefekte mehr.

Herr Mühl hat anderseits sehr vorteilhafte Zahlen über Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven vorgebracht; es ist schade, dass er keine solchen über den Unterhalt eines dieselelektrischen Triebwagens anführte, ist doch schon durchgesickert, dass diese Kosten das Mehrfache der Unterhaltungskosten der grössten deutschen elektrischen Schnellzugslokomotiven erreichen.

Was im Bahnbetrieb speziell zur Verdichtung und Beschleunigung der Personenförderung gebraucht wird, ist ein Fahrzeug, das sich auszeichnet durch unbedingte Zuverlässigkeit, leichte Handhabung durch einen Mann, stetige Betriebsbereitschaft, leichte Kombinationsmöglichkeit, um je nach Bedarf verschieden grosse, von einer Stelle aus bedienbare Zugskompositionen zusammensetzen zu können, kleinster Anfall an Reparaturen und kleinste Unterhaltungskosten im ganzen. Dies alles aber wird der elektrische Triebwagen in weitestgehendem Masse erfüllen.

Wer Gelegenheit hatte, neben elektrischen Triebfahrzeugen solche mit Verbrennungsmotoren zu betreuen, weiss, dass eben die zweiten einer besonders sorgfältigen Wartung bedürfen, auf die ein Personal, das mit dem Unterhalt elektrischer Triebfahrzeuge vertraut ist, erst besonders eingearbeitet werden muss. Man hat es ja bei der Eisenbahndirektion Nürnberg zu einem recht befriedigenden Betrieb mit Triebwagen mit Verbrennungsmotoren gebracht, aber offenbar nur dank einer überaus sorgfältigen Betriebspflege, räumte man doch den Triebwagen bei der Dienstplanbildung täglich 4 bis 6 Stunden durchgehende Ruhezeit für kleinere Ausbesserungen und sonstige Betriebspflege ein.

Es liegt das alles etwas in der Natur der Sache; denn der Verbrennungsmotor ist eine ungleich vielteiligere Maschine

[1]) Siehe Aufsatz des Verfassers über Ergänzungen und Verbesserungen an den elektrischen Einrichtungen der Chur-Arosa-Bahn in «Elektrische Bahnen», Januar 1931.

als der Elektromotor. Auch werden in der Fabrikation ungleich höhere Anforderungen in bezug auf Genauigkeit gestellt, arbeitet doch eine gute Automobilreparaturwerkstätte mit Genauigkeiten von 0,02 mm, wenn es sich darum handelt, festzustellen, ob ein Zylinder unrund ist. Für das Feststellen derartiger Masse sind Bahnwerkstätten gewöhnlich gar nicht eingerichtet.

Dem Dieselmotor im besonderen haften gewisse Nachteile an, deren Ueberwindung, wenn sie überhaupt gelingt, noch eine ziemliche Zeitspanne erfordern wird. Die Verwendung des sog. Rohöles, d. h. eines nur einmalig raffinierten Oeles, bringt es vor allem mit sich, dass Verbrennungsölrückstände im Motor abgeschieden werden, was grössere Sorgfalt in der Betriebspflege erfordert, sonst aber stärkere Abnützung zur Folge hat als beim Vergasermotor; auch der üble Geruch der Abgase, der ihm anhaftet, seit der Dieselmotor aufkam (1897), ist eine Folge davon. Ferner sind sicher nachteilig die hohen Einspritzdrücke, mit denen gearbeitet wird, erreichen sie doch 120 bis 140, bei den Renaultmotoren sogar 250 kg/cm². Dass dabei Abdichtungen schwierig werden, ist wohl denkbar. Auch die feinen Einspritzdüsen neigen leicht zu Verstopfungen. Gewiss ist der Dieselmotor wärmewirtschaftlich der weitaus vorteilhafteste Wärmemotor. Viele seiner Nachteile werden behoben sein, wenn es einmal gelingt, ihn als Vergasermotor zu bauen.

Wenn auch der Schienentriebwagen mit Dieselmotor an sich ein sehr wohl geeignetes Mittel wäre, um bei Bahnen durch Einlegen von Zügen vermehrte Reisemöglichkeiten zu beschaffen (auf bereits elektrifizierten Bahnen wird man sich seiner nicht bedienen), so ist doch nach dem oben Gesagten festzustellen, dass er dem elektrischen Schienentriebwagen wirtschaftlich wegen der höhern Kosten für Unterhalt nachstehen muss. Bei nicht elektrifizierten Bahnen aber käme er wohl an erster Stelle in Betracht als Mittel im Wettbewerb mit dem Strassenautomobil, sofern aus volkswirtschaftlichen Gründen gegen die Einfuhr des Brennstoffes aus dem Ausland keine Bedenken bestehen.

Es muss aber hier auch erwähnt werden, dass das Einlegen von Zügen, welcher Betriebsmittel man sich hierzu bediene, und zwar auch mit dem bei einer elektrifizierten Bahn als besonders vorteilhaft erkanntem rein elektrischen Schienentriebwagen, Geld kostet und noch mehr das Auflösen schwererer Züge in kleinere Einheiten, wie das Herr Generaldirektor Etter treffend dargelegt hat. Die Fanatiker der Auflockerung und des Leichtbetriebes haben die Empfehlung ihres Allheilmittels etwas gar zu leicht genommen. Sie haben dabei aber zweifellos durch die Vermehrung der Reisemöglichkeiten eine ganz erhebliche Verkehrszunahme und eine Steigerung der Einnahmen für die Bahn erhofft.

Das weitaus schwierigste am ganzen Problem ist nun aber die Abschätzung der durch die Auflockerung erzielbaren höheren Einnahmen. Ausgaben lassen sich auf diesem Gebiete sehr wohl berechnen, wenn statistische Unterlagen da sind; aber bei den Einnahmen ist man auf Schätzung angewiesen, oder man muss es auf einen Versuch ankommen lassen.

Darüber ist man wohl einig, dass grosse Lücken in den Zugsverbindungen dem Automobil stark Wasser auf die Mühle brachten; denn das, worauf Herr Schuler hinwies, dass der Geschäftsmann zu viel Zeit verliere, wenn er an mehreren Orten, die an Nebenlinien gelegen sind, zu tun hat und mit der Bahn seinen Geschäften nachreisen muss, hört man von Geschäftsleuten immer und immer wieder. Nun sind aber die Aussichten für den Erfolg einer Verdichtung des Verkehrs auch in den verschiedenen Landesgegenden sehr verschieden. Sehr wenig reist bei uns der Bauer, und besonders der Gebirgsbauer; wenn er einmal im Jahr nach der ihm nächstgelegenen grössern Stadt fährt, ist das alles. Man könnte ihm noch so viele Verbindungen schaffen, noch so laut die Reklametrommel rühren, er würde nicht mehr reisen; es mag dies ja anderseits auch als gutes Zeichen für die Sparsamkeit unserer Landbevölkerung gedeutet werden. Häufig reisen bei uns die Geschäftsleute und die Bevölkerung in grossen Städten, in Industriezentren und in der Nähe der Fremdenverkehrszentren. Da mag sich die Schaffung vermehrter Reisemöglichkeiten lohnen; man wird aber auch hier schrittweise vorgehen müssen, will man sich nicht in grosse Ausgaben stürzen, die durch Vermehrung der Einnahmen nicht gedeckt werden.

Es muss daher anerkannt werden, dass speziell die SBB auf diesem Gebiete das Möglichste getan haben, was mit Rücksicht auf deren schwierige finanzielle Lage überhaupt verantwortet werden konnte und es ist auch sehr erfreulich, dass man mit dem Ergebnis der Leichtschnellzüge und des Leichttriebwagenverkehrs offenbar zufrieden sein kann.

Immerhin darf auch nicht übersehen werden, dass sich die besprochenen Massnahmen lediglich auf den Personenverkehr beziehen. Beim Güterverkehr liegt, wie bereits erwähnt, das Uebel tiefer. Mit technischen Mitteln allein kann den Bahnunternehmungen nicht aus der Misere geholfen werden. Bei den *Bundesbahnen*, die nun einmal Allgemeingut sind, bleibt dem Staat nichts anderes übrig, als helfend einzugreifen, kann man doch nicht das Volksvermögen zugrunde gehen lassen.

Wohl aber muss gesagt werden, dass der Bau vieler heute unrentabler *Privatbahnlinien* in manchen Landesteilen entgegen den Mahnungen einsichtiger Leute erzwängt wurde, und es mag unangenehm berühren, wenn jetzt, wo es schlecht geht, kurzerhand die Hilfe des Bundes als etwas Selbstverständliches angerufen wird. Aber kann man diese Werte, die nun einmal geschaffen sind, einfach verkommen lassen, würde nicht unsere ganze Volkswirtschaft darunter leiden? Man vergegenwärtige sich nur, welchen Einfluss ein sich noch weiter hinziehender schlechter Geschäftsgang auf diese Unternehmen haben muss: In diesen Zeiten des allgemeinen Misserfolges besteht die Gefahr, dass Nichtfachleute massgebenden Einfluss auf die Leitung dieser Unternehmen gewinnen. Wegen des Mangels an finanziellen Mitteln muss dann die Sparschraube angezogen werden, ohne Rücksicht auf die Folgen. Auf die Mitwirkung von Fachleuten, Ingenieuren, welche als teure Kräfte angesehen werden und die ohnehin im Rufe stehen, nicht sparen zu können — obgleich ihre ganze Schulung darauf hinausläuft —, wird man verzichten, um wenigstens auf dem Papier Ersparnisse auszuweisen. Gerade für den Ingenieur ist es aber bei einem solchen Unternehmen die vornehmste Aufgabe, bei der Verwaltung seiner Bahn immer und immer wieder dafür zu wirken, dass die technischen Einrichtungen richtig unterhalten und auf der Höhe des Standes der Entwicklung der Technik erhalten werden. Ohne die Mitwirkung von Fachleuten, lediglich unter dem Druck der Sparschraube, wird aber der Betrieb mit der Entwicklung der Technik nicht mehr Schritt halten. Stillstand bedeutet aber Rückschritt, das gilt hier in ganz besonderem Masse. Wenn die Schweiz bisher eine Reihe von Privatbahnen besass, die hinsichtlich ihres technischen Apparates im Ausland als mustergültig angesehen waren und damit das vornehmste Werbemittel für unsern Fremdenverkehr bildeten, so würde das bald nicht mehr zutreffen. Abgesehen davon, dass die Betriebssicherheit der Bahnen darunter leiden würde, hätte das Verkommen ihrer Anlagen einen weitern Rückgang des Zustromes von Gästen nach der Schweiz zur Folge und damit wäre die Fremdenindustrie in erster Linie die Leidtragende.

Will man aber dem entgegensteuern und allen Schweizerbahnen helfen, um sie wieder auf eigene Füsse zu stellen, so gibt es nur eines und das ist eine *gesetzliche Regelung des Güterverkehrs auf Schiene und Strasse*. Gerade hier sollten aber unsere Fachvereine (SEV, VSE, SIA und STV), die sich bei unserm gesund denkenden Volk eines bessern Rufes erfreuen als politische Parteien, mit vereinten Kräften wirken, um das Volk aufzuklären; es geht um das gewaltige Vermögen, das in unsern Bahnen steckt.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Messverfahren für Lautsprecher.

621.395.623.7.0014

Betrachtet man einen elektrodynamischen Lautsprecher, so sieht es zunächst so aus, als ob man es mit einem ganz einfachen Schwingsystem zu tun hätte, dessen Masse in Schwingspule und Membran und dessen Steifigkeit in Membraneinspannung und Spinne zu denken sei. Der uniforme Aufbau liesse vermuten, dass alle Lautsprecher ungefähr gleich ausfallen müssten. Das ist nun aber keineswegs der Fall. Im Gegenteil stellt ein solcher Lautsprecher in Wirklichkeit ein derartig kompliziertes System aus vielen gekoppelten schwingfähigen Gebilden dar, dass die Industrie viele Jahre hindurch Entwicklungsarbeit aufwenden musste, um brauchbare Lautsprecher zu erzielen.

Es gelingt nun zwar leicht, die Gleichmässigkeit der Fabrikation zu überwachen, denn da handelt es sich nur um relative Messungen. Aber die objektive messtechnische Beurteilung eines Lautsprechers stösst auf grosse Schwierigkeiten. Vernünftig und an sich einwandfrei wäre eigentlich die Beurteilung der Güte durch Anhören von Musik- und Sprachübertragung. Aber die Methode ist nicht objektiv.

Die Messung der ausgestrahlten Energie im Hallraum versagt bei den hohen und extrem tiefen Frequenzen vollkommen. Ausserdem ist ein guter Hallraum sehr teuer und Strahlungswiderstand und Wirkungsgrad hängen im Hallraum von der Platzierung des Lautsprechers ab. Messungen im halbgedämpften Raum sind kaum sinngemäss auszuwerten. Bleiben noch die Extreme: Schalldruckmessung im Freien oder im stark gedämpften Raum. Hier weiss man aber nicht, in welcher Richtung und in welchem Abstand gemessen werden soll; beides beeinflusst die Ergebnisse sehr stark.

Bei *Kleinlautsprechern* ist es üblich geworden, lediglich den Schalldruck in der Axe zu messen, und zwar in solchem Abstand, dass man sich nicht mehr im Gebiet des Druckausgleiches um die Schallwand oder den Kasten befindet. Zu derartigen Messungen muss aber immer genau gesagt werden, unter welchen Umständen sie vorgenommen worden sind. Fast immer handelt es sich dabei um Messungen im stark gedämpften Raum oder im Freien.

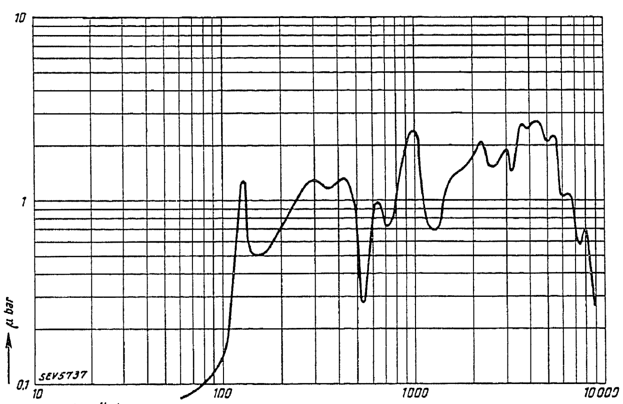


Fig. 1.
Frequenzkurven eines Lautsprechers mit Schallbrett 100×100 cm. Schalldruck aufgenommen in der Axe in 2 m Abstand in vollständig gedämpftem Raum. Konstanter Schwingspulenstrom.

Das Resultat hängt überdies stark von der Betriebsart des Lautsprechers ab. Das illustrieren die Fig. 1 und 2. Es sind Frequenzkurven eines dynamischen Lautsprechers mit Schallbrett (1×1 m), aufgenommen in der Axe in 2 m Abstand im vollständig gedämpften Raum. Der Schalldruck wurde mit dem schreibenden Messgerät nach Hartmann und Jacoby selektiv registriert. Dabei handelt es sich um den gleichen Lautsprecher, nur war in der Messung Fig. 1 der Schwingspulen-*Strom*, in der Messung Fig. 2 dagegen die Schwingspulen-*Spannung* konstant. Die Membranresonanz liegt bei 130 Hz; sie fehlt in Fig. 2 fast vollständig. Das Loch bei 530 Hz ist die Folge einer Richtwirkung, die durch das Schallbrett entsteht; der Schall wird nämlich bei dieser Frequenz nicht in der Axe, sondern nach allen Richtungen seitlich davon abgestrahlt.

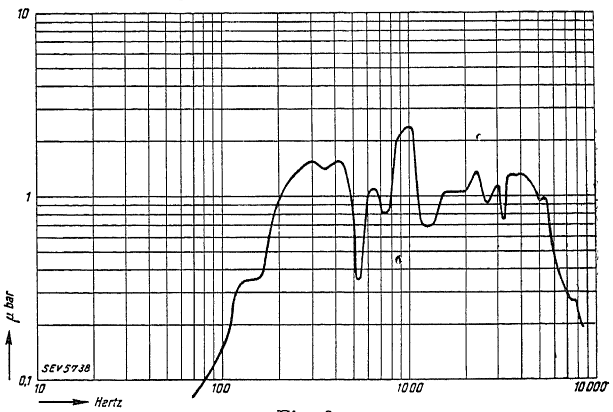


Fig. 2.
Frequenzkurve wie Fig. 1, aber konstante Schwingspulenspannung.

Bei sog. *Rundlautsprechern* (Grosslautsprecher), deren Wiedergabe von einer grösseren Menschenmenge gleichzeitig gehört werden soll, muss neben der Frequenzkurve besonders noch die Richtwirkung untersucht werden. Man misst ferner vorteilhaft den Schalldruck im Freien in 1,5 m Höhe über dem Erdboden als Funktion der Entfernung vom Lautsprecher. Die Frequenzabhängigkeit des Schalles in der Luft (Reibung der Luftmoleküle) kann hier schon eine Rolle spielen. So ist beispielsweise bei 20° C Lufttemperatur die Frequenz 5000 Hz gegenüber tiefen Frequenzen um 40 db/km gedämpft, was bei 250 m Hörentfernung bereits eine Dämpfung von 10 db (1 : 3) ergibt. Diese frequenzabhängige Dämpfung bewirkt beispielsweise auch die bekannte Erscheinung, dass man den Donner aus weiter Entfernung viel dumpfer hört als in nächster Nähe.

Generell müssen auch die *mechanischen Teile* der Lautsprecher oft noch gesondert geprüft werden. Membranform und — Material sind nicht nur massgebend für die richtige Steifigkeit der Membran, sondern, abgesehen von der Spinne, auch für die dauernd richtige Lage der Spule im Luftspalt. Spinnenform und Spinnenmaterial verursachen vielfach bei tiefen Frequenzen eine Nichtlinearität des Lautsprechers bis zu 30 %. Die Aussenspinne ist zwar etwas teurer, aber sie liefert wegen ihrer fast reinen Biegungsbeanspruchung bedeutend günstigere Resultate [1]). Haltbarkeit von Spinnen- und Litzenmaterial sind für die Dauerhaftigkeit des Lautsprechers massgebend. — (*U. Steudel* u. *A. Schaaf*, Siemens Veröff. a. d. Gebiete der Nachr.-techn., Bd. 5 [1935], Heft 2.)

H. B.

[1]) Die schweizerische Radioindustrie verwendet die Aussenspinne (der Referent).

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

L'électricité, une marchandise qui change de main à la sortie du compteur.

34 : 621.3

D'un jugement particulièrement intéressant rendu le 24 juin 1935 par le Tribunal Civil de la Seine à Paris, et qui est reproduit entièrement dans «L'Electricien» du 1er août 1936, page 352, nous extrayons quelques passages que nous estimons présenter un certain intérêt pour nos lecteurs.

Définissant la nature juridique de l'électricité, le Tribunal déclare que «l'électricité est une marchandise susceptible de

comptage, de mesurage et scientifiquement aussi de pesage; qu'en raison de sa nature propre, indépendante de la canalisation, elle est assujettie à des droits de douane, qu'elle peut être l'objet d'un vol et d'une vente». En d'autres termes, l'électricité est assimilée à une marchandise dont la quantité peut être évaluée au moyen d'une opération dite de comptage.

Pour fixer à partir de quel moment la vente est réalisée, c'est-à-dire à quel moment l'électricité passe de la possession du vendeur dans celle de l'acquéreur, le Tribunal s'exprime de la sorte: «Attendu que si l'article 1585 du Code civil ne parle que des risques, on ne conçoit pas que la transmission de propriété ait lieu tant que la chose vendue n'est pas déterminée dans son individualité par le comptage et le mesurage; qu'il en ressort que l'électricité, avant qu'elle n'arrive au compteur de l'abonné, demeure la propriété du producteur et que ce serait au préjudice du producteur qu'elle aurait été volée.» Le Tribunal en conclut que le producteur est responsable de toutes les dégradations produites par l'électricité en amont du compteur, puisque cette électricité est encore sa propriété.

Quelques impressions du Comptoir de Lausanne.

381.12 : 621.3 (494)

Comme les années précédentes, le Comptoir Suisse de Lausanne, que nous avons encore rapidement pu visiter le dernier jour, nous a laissé l'impression d'une foire-exposition grandiose, plutôt faite pour réjouir l'œil, mais qui reflète admirablement la vie économique et les hautes qualités de notre belle Romandie. Nous devons renoncer à décrire les différentes divisions et même l'exposition de fleurs, le tremplin de saut en ski ou même la nacelle stratosphérique de Piccard pour nous concentrer sur notre branche, l'électricité.

C'est grâce aux inlassables efforts de l'OFEL que l'un des bas-côtés du grand hall est devenu un centre remarquable de propagande pour l'électricité et ses applications, reléguant bien en arrière la concurrence établie de l'autre côté du bâtiment. A l'extrémité ouest, l'OFEL avait monté son propre stand, dans lequel elle avait non seulement très aimablement disposé l'exposition des Institutions de contrôle de l'ASE avec ses appareils de démonstration pour l'essai des interrupteurs, prises de courant, etc., mais montrait également une grande cuisinière électrique en service, sur laquelle on cuisait toutes sortes de bonnes choses que les visiteurs pouvaient déguster sur place. Quelques tableaux et affiches, qui furent également montrés à Bâle, complétaient heureusement le stand très remarqué de l'OFEL.

Les stands de la plupart des fabricants d'appareils électrothermiques formaient en quelque sorte accès au stand de l'OFEL. En fait de nouveautés, il y avait relativement peu de choses. Nous avons noté en passant, plutôt à titre de curiosité, un appareil à «raclettes», de nouvelles poignées pour fers à repasser et un nouveau métal pour les réservoirs de chauffe-eau à accumulation. Dans un des stands, on pouvait voir des cuisinières électriques modernes à côté de modèles du début du siècle, ce qui faisait particulièrement ressortir les progrès réalisés. A plusieurs endroits, de nouvelles plaques de cuisson à haute charge spécifique étaient exposées, en particulier des plaques dites annullaires. On remarquait également les plaques à deux anneaux concentriques et celles à spirale ouverte sous gaine de tôle. On voit donc que les fabricants cherchent toujours encore d'une façon intense à réduire la durée de cuisson par l'augmentation de la charge spécifique des plaques. Signalons encore les différentes solutions intéressantes de bouilloires à dessous calorifugé conformément aux prescriptions.

Des fours électriques de boulangerie et de pâtisserie, grands et petits, étaient exposés en assez grand nombre, ainsi qu'un schéma d'une distribution complète d'eau chaude dans une maison.

Des machines à café (percolateurs) étaient exposées en différents endroits. Ces machines, qui semblent jouir d'une faveur toujours croissante, sont certes dignes de retenir l'attention des centrales. Plusieurs exposants montraient aussi des bouilloires électriques. Le chauffage électrique, qui occupait une place prédominante l'an passé, n'était cette fois que fort peu représenté. Notons encore quelques petites nouveautés intéressantes: tendeurs pour cordons de fers à repasser, supports de fers à repasser et machines à repasser les plis de pantalons utilisables «sur la personne en question». Rappelons aussi les machines à laver le linge entièrement électriques, de construction raffinée, auxquelles nous souhaitons une très abondante diffusion.

Finalement, plusieurs stands, en particulier un stand d'aspirateurs de poussière et de cireuses, faisaient ressortir d'une façon imposante l'importance du signe «antiparasite» de l'ASE.

L'affluence de visiteurs était du reste un témoignage éloquent pour l'intérêt porté par le public à l'électricité et à ses multiples applications.

L'éclairage électrique, le matériel d'installation et les compteurs étaient aussi représenté, de même qu'un compteur de conversations téléphoniques transportable qui, lorsqu'il sera approuvé par l'administration des PTT, rendra certainement service en bien des occasions.

Naturellement, il y avait aussi des appareils de TSF, non seulement dans cette division, mais répartis un peu partout, des appareils de luxe très chers et aussi quelques-uns très simples et bon marché. Un récepteur de démonstration sous boîte de verre attira particulièrement l'attention. Les maisons étrangères étaient bien représentées.

Malgré l'impression réjouissante laissée par la division de l'électricité, dont le résultat propagandiste est indéniable et dont les exposants sont satisfaits ou même très contents, on ne peut ignorer la concurrence.

Une chose mérite d'être mentionnée spécialement; c'est que les constructeurs de cuisinières à gaz s'efforcent d'imiter les formes esthétiques et pratiques des cuisinières électriques. Même les manettes ont pris la forme des boutons d'interrupteurs électriques, ce dont on peut avec raison mettre en doute l'utilité!

Les gaz en bouteille «Butangaz» et «Primagaz» avaient des stands bien assortis, dans lesquels on démontrait, outre les cuisinières, des chauffe-eau et des chauffe-bain et même des luminaires en service. Une cuisinière «Supergaz», à gaz de benzine, faisait ressortir dans sa réclame que l'administration des douanes accorde une ristourne de 27 cts par kg de benzine consommé, fait dont on ne peut assez souligner la gravité! Le stand des cuisinières «Aga» était aussi impressionnant.

Tout cela montre on ne peut plus distinctement comme il est nécessaire de renseigner inlassablement le public sur les avantages qu'offre l'utilisation de l'électricité, notre combustible national.

Pour le monde des électriciens, le Comptoir de Lausanne est devenu, grâce aux efforts de l'OFEL, un facteur important dans la propagande en faveur de l'électricité qui mérite un succès toujours croissant. Nous lui sommes reconnaissants de seconder si puissamment nos efforts en vue de populariser toujours davantage la masque de qualité de l'ASE et l'utilisation de matériel de qualité. Ces efforts sont non seulement dans l'intérêt des centrales, mais à plus forte raison encore des consommateurs. Les essais de la Station d'essai des matériaux montrent sans cesse comme aujourd'hui encore des fabricants peu scrupuleux cherchent à placer des appareils impropres, au détriment de nos nombreux fabricants sérieux qui s'efforcent à grands sacrifices de respecter les prescriptions et de fournir aux foires et expositions du bon matériel de démonstration.

---

7. Diskussionsversammlung der «Elektrowirtschaft» am 25. und 26. September 1936 in Olten.

621.364 : 659 (494)

Die «Elektrowirtschaft» veranstaltete in Olten, unter dem Patronat des VSE, am 25. und 26. September d. J. eine wohl-

vorbereitete Diskussionsversammlung, an der die verschiedenen Formen und Anwendungsmöglichkeiten der industriellen und gewerblichen Elektrowärme eingehend behandelt wurden. Die Veranstaltung war denn auch gut besucht und verlief unter dem Vorsitz von Herrn Dir. *W. Pfister*, Solothurn, sehr erfolgreich. Mit Rücksicht darauf, dass die Vorträge und Diskussionsreferate demnächst in Sondernummern der Zeitschrift «Elektrizitätsverwertung» erscheinen werden und zum Teil jetzt schon als Sonderdrucke erhältlich sind, brauchen wir hier nicht auf Einzelheiten einzugehen.

Einleitend machte Herr Präsident *W. Pfister* auf die grosse Bedeutung der industriellen Elektrowärme für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft aufmerksam; er erwähnte auch beiläufig, dass in der Nähe des Tagungsortes, in Luterbach, bereits im Jahre 1895 ein Probebetrieb zur elektrolytischen Herstellung von Aluminium bestand, und war auch in der Lage, ein Muster von damals fabriziertem Aluminium vorzuzeigen. Herr Dir. *E. Borel*, Neuenburg, gab einen Ueberblick über die «Elektrowoche», die von der «Elektrowirtschaft» während der Schweizerwoche, vom 17. bis 31. Oktober, durchgeführt wird [1]). Das erste Hauptreferat, von Herrn Dir. *P. Keller*, Bern, befasste sich allgemein mit der Elektrowärme in Industrie und Gewerbe und löste mit seinen umfassenden und interessanten Daten eine rege Diskussion aus, zu der, als Vertreter der Werke, die Herren *Werdenberg* (EKZ), *Eschmann* (Aare- und Emmenkanal), *Hofstetter* (EW Basel), *Heusser* (CKW) und *Hürlimann* (Atel) sowie, als Vertreter der Industrie, die Herren *Keller* (BBC), *Hunziker* (Borel S. A., Peseux) und *Glutz* (Scintilla A.-G.) interessante Beiträge lieferten. Aus dem reichhaltigen Erfahrungsmaterial dieser Kurzvorträge sei erwähnt, dass die Elektrowärme in der Industrie und im Gewerbe für die verschiedensten Wärmeprozesse immer mehr Eingang findet. Neu ist u. a. das elektrische Trocknen von Obsttrestern, die Benützung von Elektrodampfkesseln in Käsereien, die elektrische Sterilisierung von Erde und die elektrische Beheizung eines Zinkbades. Am letzten Beispiel wurde deutlich gezeigt, dass bei der elektrischen Beheizung der reine Wärmeäquivalenzpreis im Vergleich zur Brennstoffbeheizung nicht immer massgebend ist, werden doch durch Elektrowärme mehrere betriebliche und qualitative Vorteile erreicht, die den jeweils tragbaren Elektrizitätspreis gegenüber dem Wärmeäquivalenzpreis wesentlich erhöhen lassen.

Nach dem gemeinsamen Mittagessen behandelte Herr Ing. *A. Sonderegger*, der bewährte Leiter der Schweisskurse des SEV, die Frage des elektrischen Lichtbogenschweissens, wobei er auf die hervorragend organisierten Bestrebungen hinwies, welche in andern Ländern dem elektrischen Schweissen zu grosser Bedeutung verhalfen. Er skizzierte ein Programm für die Förderung dieser Anwendung der Elektrizität in der Schweiz, das entsprechend den Wünschen der Schweisskursgruppe des SEV vom Referenten entworfen worden war. Er wies auch auf die noch nicht ganz befriedigend gelöste Frage des Anschlusses der Lichtbogenschweissapparate hin; diese Frage kam besonders auch in der Diskussion zur Geltung, indem Herr *Werdenberg* (EKZ) einen Ueberblick über seine im Bull. SEV 1935, Nr. 24, S. 677, veröffentlichte Studie «Der Anschluss von Lichtbogenschweissmaschinen» gab. Daraus geht hervor, dass die Elektrizitätswerke beim Anschluss der Lichtbogenschweissgeräte oft zu ängstlich sind. In der Praxis wirken sich die Spannungsschwankungen, welche von den Schweissgeräten verursacht werden, meistens viel weniger schädlich aus, als von den Betriebsleitern im allgemeinen gefühlsmässig vermutet wird. Herr *Hofstetter* (EW Basel) berichtete über die schönen Erfolge des Elektrizitätswerkes Basel auf dem Gebiete des elektrischen Schweissens und die Herren Dir. *Schiesser* (Präsident des SEV) und Ing. *Heusser*, Aarau, brachten einige Bemerkungen grundsätzlicher Natur über die Elektrowärme und deren allgemeinere Verwendung vor.

Herr Präsident *Pfister* skizzierte anschliessend das Programm einer Sonderaktion der «Elektrowirtschaft» für gewerbliche und kleinindustrielle Elektrowärme. Danach ist beabsichtigt, zuerst auf schweizerische Erfahrungen abgestellte Unterlagen zu beschaffen. Dann soll durch Instruk-

(Fortsetzung auf S. 645.)

[1]) Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 18. S. 532.

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.			Septembre 1935	Septembre 1936
1.	Importations . . .	en 10^6 frs	100,2	96,6
	(janvier-septembre) .	en 10^6 frs	(928,4)	(821,7)
	Exportations . . .	en 10^6 frs	66,8	75,8
	(janvier-septembre) .	en 10^6 frs	(590,3)	(606,5)
2.	Marché du travail: demandes de places		69 123	82 962
3.	Index du coût de la vie	Juillet 1914 = 100	129	130
	Index du commerce de gros	Juillet 1914 = 100	92	97
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)			
	Eclairage électrique cts/kWh	(Juin 1914 = 100)	38 (76)	37,4 (75)
	Gaz cts/m³	(Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	(Juin 1914 = 100)	5,85 (119)	5,92 (121)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes .		405	165
	(janvier-septembre)		(4103)	(2095)
5.	Taux d'escompte officiel . %		2,5	2,13
6.	Banque Nationale (p. ultimo)			
	Billets en circulation	10^6 frs	1316	1369
	Autres engagements à vue	10^6 frs	332,9	459,3
	Encaisse or et devises or[1])	10^6 frs	1393	1577
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . .	%	84,44	84,96
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)			
	Obligations		89	96
	Actions		101	109
	Actions industrielles . . .		172	180
8.	Faillites		54	64
	(janvier-septembre)		(701)	(760)
	Concordats		32	32
	(janvier-septembre)		(294)	(326)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)		31,7	33,3
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		Pour le 2e trimestre 1935	Pour le 2e trimestre 1936
	Marchandises	en 1000 frs	43 776	37 107
	(janvier-juin) . .	en 1000 frs	(82 858)	(72 137)
	Voyageurs	en 1000 frs	32 938	30 847
	(janvier-juin) . .	en 1000 frs	(59 901)	(56 812)

[1]) Depuis le 23 septembre 1936 devises en dollars.

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Oct.	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars) .	Lst./1016 kg	46/5/0	43/2/6	40/0/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	201/0/0	194/10/0	229/0/0
Zinc	Lst./1016 kg	15/3/9	14/0/0	16/2/6
Plomb	Lst./1016 kg	18/11/3	17/18/9	18/2/6
Fers profilés	fr. s./t	120.—	84.50	84.50
Fers barres	fr. s./t	131.50	92.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50 .	fr. s./t	[1])	34.20	35.70
Charbon de la Saar I 35/50 .	fr. s./t	[1])	32.—	29.50
Anthracite belge . .	fr. s./t	[1])	50.—	51.—
Briquettes (Union) .	fr. s./t	[1])	35.25	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	79.50	79.50	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	144.—
Caoutchouc brut . .	d/lb	7 15/16	7 11/16	6 5/16

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

[1]) Prix du charbon pas encore fixés.

tionskurse das technische Personal der Elektrizitätswerke aufgeklärt werden. Die «Elektrowirtschaft» soll als Zentralstelle für einen ständigen Erfahrungsaustausch wirken und Publikationen und aufklärende Artikel bereitstellen. Weiter ist vorgesehen, die Elektrizitätswerke zu veranlassen, praktische Demonstrationen, wenn möglich direkt bei den in Frage kommenden Abnehmern, durchzuführen, Probegeräte aufzustellen usw. Das schriftlich vorbereitete Programm wurde verteilt; es enthält auch eine Liste der für die Sonderaktion in Betracht fallenden Apparate.

Am Schluss des ersten Tages wurden im Kino Kapitol drei ausserordentlich gut gelungene farbige Tontrickfilme für Propagandazwecke gezeigt, um Anregungen zu machen für einen von der «Elektrowirtschaft» herauszugebenden Propagandafilm ähnlicher Art. Ein gemeinsames Nachtessen mit anschliessender lebhafter Abendunterhaltung, zu der die Atel die Vorzügliches leistenden Oltener Vereine gewonnen hatte, beschloss den ersten Tag.

Am Samstag berichtete Herr Prof. Dr. *B. Bauer* (ETH) in geistreicher Weise über die Verwendung elektrischer Energie zur Deckung des Wärmebedarfs des Krankenhauses. Könnte man den gesamten Wärmebedarf der schweizerischen Krankenhäuser aus Elektrizität liefern, so würde dies einer Energieabgabe von 220 Millionen kWh entsprechen; daraus geht die grosse Bedeutung der von Herrn Prof. Bauer eingehend durchgeführten Studien hervor. Auf Grund von Erfahrungswerten an ausgeführten Anlagen wurden in mehreren Varianten Projekte durchgerechnet, die vorerst wenig lukrativ scheinende Energiepreise ergeben. Immerhin zeigt sich, dass bei Berücksichtigung *aller* für die Elektrizität günstigen Faktoren oft unerwartet hohe Aequivalenzpreise erzielbar sind. Wertvolle Erfahrungszahlen teilte sodann Herr Dir. *E. Baumann* (EW Bern) aus der Wärmeversorgung des Inselspitals in Bern, ferner Herr Müller (EW Stadt Aarau) aus dem Kantonsspital Aarau mit. Bei beiden Anlagen werden beträchtliche Mengen elektrischer Ueberschussenergie verwendet. Sehr interessante Resultate aus Untersuchungen an der elektrischen Grossküche in der kantonalen Heilanstalt Burghölzli und andern elektrischen Grossküchen in Zürich führte Herr *C. Schedler* (EWZ) an, und Herr Dir. *P. Meystre* (S. E. Lausanne) berichtete über das neue Fernheizkraftwerk der Stadt Lausanne, wo zum Teil elektrische Energie verwendet wird.

Schliesslich machte Herr Dir. *W. Trüb*, Präsident der Zentrale für Lichtwirtschaft (Z. f. L.), auf die Werbeaktion der Z. f. L. aufmerksam, die unter der Devise «Besseres Licht — bessere Arbeit» diesen Herbst durchgeführt wird [2]).

Ein gemeinsames Mittagessen und am Nachmittag interessante Besichtigungen der Heizungsanlage im Kantonsspital Olten, der neuen 150-kV-Schaltanlage der Atel in Olten und der Fernheizungsanlage im Kantonsspital Aarau schlossen die Tagung.

Die Zollbelastung der Brennstoffe in der Schweiz.

337.34 : 662.62 (494)

Vorbemerkung der Redaktion. Infolge der Abwertung des Schweizer Frankens werden voraussichtlich eine Reihe von Zollpositionen anders belastet als bisher; wir werden daher später, wenn sich die Verhältnisse etwas stabilisiert haben, die allfällig neue Zollbelastung der Brennstoffe mitteilen.

Die Brennstoffe treten bei vielen Anwendungen mit der elektrischen Energie in Konkurrenz. In der letzten Zeit hat namentlich die Zollbelastung der flüssigen Brennstoffe vielfache Aenderungen erfahren, so dass es oft schwer ist, aus den zahlreichen Vorschriften den geltenden Ansatz herauszufinden.

Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass die grösste Belastung die flüssigen Brennstoffe für Fahrzeugmotoren zu tragen haben. Die Zollbelastung für *Benzin und Benzol* betrug vor dem Kriege Fr. —.50 pro 100 kg brutto. Sie wurde dann erhöht auf Fr. 10.— pro 100 kg brutto und am 7. Dezember 1923 auf Fr. 20.— pro 100 kg brutto angesetzt, bis sie gemäss Bundesratsbeschluss vom 25. Juni 1935 auf Fr. 28.— pro 100 kg brutto erhöht wurde.

²) Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 19, S. 555.

Wir haben in der folgenden Tabelle die im *September 1936* geltenden Ansätze für Zoll und Gebühren auf Brennstoffe zusammengestellt.

	Zollbelastung per 100 kg netto Fr.	Tarazuschlag per 100 kg netto¹) Fr.	Stempelgebühr., Zollsp.²) per 100 kg netto Fr.	Totale Belastung per 100 kg netto Fr.
Flüssige Brennstoffe				
Zollpos. 1065 b				
Benzin und Benzol zu motorischen Zwecken (Fahrzeuge)	28,00	4,20	0,10	32,30³)
Benzin und Benzol zu nicht motorischen Zwecken (nicht für Fahrzeugmotoren)	1,00	0,15	0,125⁴)	1,275
Zollpos. 643 b				
Petroleumrückstände zu Feuerungszwecken (Gasöl, Heizöl II und Industrieheizöl III). Für ortsfeste Motoren, landwirtschaftliche Dieselmotoren, konzess. Dampfschiffe u. Ledischiffe	0,30	0,045	0,0477⁵)	0,3927
Zollpos. 1128 a				
Mineralöle (Gasöl zum Antrieb von Fahrzeugmotoren: Dieselfahrzeuge, Diesellokomotiven, die nicht dem konzess. Verkehr dienen)	16,00	2,40	0,84⁴)	19,24
Zollpos. 1126				
Petroleum für Koch-, Heiz-, Leucht- und Putzzwecke, Landwirtschaftl. Traktoren, Strassenwalzen, Strassenbaumaschinen und dgl., Lastschiffe	3,00	0,45	0,242⁴)	3,692
Zollpos. 1126 a				
Petroleum zum Antrieb v. Fahrzeugmotoren (Automobile, Industrietraktoren, Lokomotiven und andere auf Schienen laufende Fahrzeuge und Personentransportschiffe) .	16,00	2,40	0,84⁴)	19,24
Zollpos. 1015				
Heizgase, komprimiert in flüssigem Zustande, wie Butan-, Primagas usw. .				
In Kesselwagen	10,00	10,00	0,904⁴)	20,904
In neuen oder gebrauchten Eisenzylindern Verzollung auf Grund des Bruttogewichtes (inkl. Gewicht Zylinder) ⁶) . .	15,00⁷)	—	0,704⁴·⁷)	15,704⁷)
Feste Brennstoffe				
Zollpos. 643a, 644, 645, 646a, 646b				
Steinkohlen, Braunkohlen, Koks, Steinkohlen- und Braunkohlenbriketts	0,10	—	0,0428⁵)	0,1428

¹) Der Tarazuschlag beträgt 15 % des Zollansatzes für 100 kg netto.
²) Die stat. Gebühr beträgt 10 Rp. pro 100 kg netto, für Petroleumrückstände u. Kohlen 4 Rp. p. 100 kg netto.
³) Mittleres Gewicht für Benzin = 725 g pro Liter.
⁴) Stempelgebühr auf dem Zollquittungsbetrag 4 %.
⁵) Stempelgebühr auf dem Zollquittungsbetrag 2 %.
⁶) Abfertigung mit Freipass von 3monatiger Dauer nach Tarif Nr. 881 b.
⁷) Bruttogewicht.

Für Petroleumrückstände für Fahrzeugmotoren betrug der Zollansatz bis 25. Juni 1935 = Fr. 3.— pro 100 kg brutto, oder Fr. 3.65 per 100 kg netto. Seither ist er auf Fr. 16.— per 100 kg brutto oder Fr. 19.40 netto erhöht worden.

Die Zollansätze für Brennstoffe für *ortsfeste Motoren,* welche die Elektrizität besonders interessieren, betragen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, Fr. 1.— pro 100 kg netto für Benzin und Benzol und Fr. 3.— pro 100 kg netto für Petroleum.

Für *Butan- und Primagas* wird der Zoll auf Bruttogewicht (in Zylindern) erhoben oder es erfolgt eine Verdoppelung des Zollbetrages (in Kesseln), so dass der Zollansatz pro 100 kg netto effekiv etwa Fr. 20.— beträgt.

Der Zollansatz für *alle Arten Kohlen* beträgt Fr. 1.— pro Tonne. Dazu kommt der Tarazuschlag von 15 % des Nettogewichtes, eine statistische Gebühr von 40 Rp. pro Tonne und eine Stempelgebühr von 2 % auf dem Zollquittungsbetrag.

A. Härry.

Miscellanea.

In memoriam.

Dietrich Schindler-Huber †. Unsere heutige Zeit voller Schwierigkeiten und Gefahren braucht mehr denn je zielbewusste Männer, die sich mit zäher Energie und hohem Pflichtgefühl mutig durch alle diese Schwierigkeiten hindurchkämpfen. Um so schmerzlicher trifft uns der Verlust solch starker Persönlichkeiten, deren jahrzehntelanges Schaffen wir miterleben und uns zum Vorbild machen durften. So hatte sich am Nachmittag des 25. September in der Grossmünsterkirche in Zürich eine grosse Trauergemeinde zusammengefunden, um Abschied zu nehmen von Dr. D. Schindler-Huber, alt Generaldirektor der Maschinenfabrik Oerlikon. Mit ihm ist eine der markantesten Persönlichkeiten der schweizerischen Maschinenindustrie, ein Wirtschaftsführer und Unternehmer von aussergewöhnlichem Format von uns gegangen. Durch seine spätere Tätigkeit ist er in engen Kontakt mit der schweizerischen elektrotechnischen Industrie gekommen und es sei deshalb an dieser Stelle ausführlich über das Wirken von Dr. D. Schindler berichtet.



D. Schindler-Huber
1856—1936.

Dietrich Schindler war nicht Techniker, sondern als Kaufmann in der Seidenindustrie aufgewachsen. Er war aber berufen, auf einem andern Gebiet seine wirkliche Lebensaufgabe zu erfüllen. Ausgerüstet mit ausgesprochener kaufmännischer Begabung, verbunden mit scharfem Verstand und wirtschaftlichem Weitblick, hatte er sich in seinem 50. Lebensjahr der Maschinenbranche zugewandt, um das älteste Unternehmen der schweizerischen elektrotechnischen Industrie, die Maschinenfabrik Oerlikon, weiter aufzubauen und ihm als oberster Leiter den grössten Teil seiner ungewöhnlichen Arbeitskraft zu widmen. Bereits im Jahre 1894 trat D. Schindler auf Wunsch seines Schwiegervaters, Oberst Peter Emil Huber, dem Gründer der Maschinenfabrik Oerlikon, in den Verwaltungsrat dieses Unternehmens ein. Für eine erspriessliche Weiterentwicklung war der Rat eines bewährten und zielbewussten Kaufmanns von besonderem Wert. Im Jahre 1903 trat D. Schindler in die Direktion der Maschinenfabrik Oerlikon ein und damit begann sein überragender Einfluss auf die weitere Entwicklung des Unternehmens. Mit wirtschaftlichem Weitblick ahnte er die grossen Aufgaben, die der elektrotechnischen Industrie bevorstanden; durch seinen Bruder Martin Schindler, Generaldirektor der Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen, war er mit der elektrochemischen Industrie in engeren Kontakt gekommen. Sein Schwager Emil Huber, damaliger technischer Direktor der Maschinenfabrik Oerlikon, befasste sich intensiv mit den ersten Versuchen der Elektrifizierung unserer Vollbahnen, und so stand auch Dietrich Schindler dieser, später für unser Land so wichtigen Entwicklung der Bahnelektrifizierung sehr nahe. Vom Jahre 1911 bis 1935 finden wir D. Schindler als Generaldirektor und Delegierten des Verwaltungsrates an der Spitze dieses Unternehmens; er gab diesem eine solide finanzielle Grundlage und die auf streng kaufmännischen Grundsätzen verankerte Kalkulation.

Gewaltig ist das Mass an Kraft und Arbeit, das er dem Unternehmen während mehr als vier Jahrzehnten gewidmet hat, eine Arbeitsleistung, die nur die ganz zu erfassen vermögen, die mit ihm in persönlichem Kontakt gestanden sind und den Unermüdlichen jahre- und jahrzehntelang an der Arbeit gesehen haben. Zu jeder Stunde stand er seinen Mitarbeitern und allen, die mit ihm zu tun hatten, zur Verfügung. Für jede wichtige Frage, die seiner Ueberprüfung bedurfte, war er wohlwollender Berater, für jeden Entscheid, den er nach rascher und scharfer Ueberlegung fasste, übernahm er auch stets die volle Verantwortung. Aber so wie er gegen sich selbst streng war, so verlangte er auch von seinen Untergebenen gewissenhafteste Arbeit. Nichts war ihm verhasster als Mangel an Pflichtgefühl, Unklarheit in getroffenen Abmachungen und Nichtbeachtung der für ihn so selbstverständlichen Rücksichtnahme auf wirtschaftliche Grundsätze.

Während der grössten Zeit seiner Tätigkeit stand ihm als hervorragender technischer Kollege Generaldirektor Dr. Behn-Eschenburg zur Seite, mit dem er in unbegrenztem Vertrauen zusammenarbeitete. Dr. Behn-Eschenburg hatte im Jahre 1892 als Chefkonstrukteur seine erfolgreiche Tätigkeit in der Maschinenfabrik Oerlikon begonnen; ausgerüstet mit hoher technischer Begabung ist er an die vielen schwierigen technischen Probleme herangegangen, die ein solches Unternehmen an den Techniker zu stellen hat. Dank diesem harmonischen Zusammenarbeiten von Kaufmann und Techniker konnte dann auch das Unternehmen ungeschwächt durch die Zeit der Kriegs- und Nachkriegsjahre, die unserer Industrie gewaltige Anforderungen und Schwierigkeiten aller Art brachten, geführt werden.

Einer so starken Persönlichkeit wie Dietrich Schindler konnte es auch an ehrenvollen Auszeichnungen nicht fehlen. So hatte ihm die Eidgenössische Technische Hochschule im Jahre 1931, bei Anlass seines 75. Geburtstages, den Titel eines Ehrendoktors verliehen, und im gleichen Jahre ernannte ihn der Schweizerische Elektrotechnische Verein zu seinem Ehrenmitglied. Mit innerer Schlichtheit hat er solche Ehrungen stets entgegengenommen, aber um so mehr waren diese für ihn ein Ansporn zu neuen Leistungen, zu unermüdlichem Wirken bis ins hohe Alter.

Auch nach seinem Rücktritt als Generaldirektor im Jahre 1935 konnte er nicht untätig bleiben. Er stand dem Unternehmen weiterhin mit Rat zur Seite und seine grosse Sorge galt der Erhaltung und Weiterentwicklung des Unternehmens auf solider Grundlage. Aber auch unsere Volkswirtschaft und die mit grossen Schwierigkeiten kämpfende Exportindustrie haben ihn stark beunruhigt. Mit grossen Sorgen verfolgte er die immer weiter zunehmende Absatzschrumpfung,

die ausbleibende Arbeitsmöglichkeit für Angestellte und Arbeiterschaft. Mit seiner umfassenden volkswirtschaftlichen Erfahrung kämpfte er mit zäher Energie und grosser Klarheit für die Unabhängigkeit des Unternehmers wie auch für die Anpassung des Volksganzen an die neuen, geänderten Wirtschaftsverhältnisse.

Noch zwei Monate vor seinem Tode war es D. Schindler vergönnt, in körperlicher und geistiger Frische seinen 80. Geburtstag zu feiern. Doch machten sich auch die Beschwerden des hohen Alters stark fühlbar, die er aber mit zäher Energie bekämpfte. Unerwartet rasch wurde er nach kurzem Krankenlager von seiner grossen Arbeit abberufen. Für den Verstorbenen war sein ganzes Leben Mühe und Arbeit und es war für ihn sicher köstlich gewesen. Unter den Abschiednehmenden war eine grosse Schar Mitarbeiter, Angestellte und Arbeiter der Maschinenfabrik Oerlikon versammelt, die mit Dietrich Schindler einen zielbewussten Führer und Berater, aber auch einen Vorgesetzten von vorbildlicher Schlichtheit und Anspruchslosigkeit verloren haben. *E—t.*

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Camille Bauer A.-G., Basel. Am 15. Oktober d. J. eröffnete die Firma Camille Bauer A.-G., Basel, *in Zürich eine Filiale*, und zwar in den Räumen der früheren Firma Otto Alb, Josephstrasse 38, welche von der Camille Bauer A.-G. käuflich übernommen wurde. Herr Alb, der seine Engrosfirma für Stark- und Schwachstrommaterial während 28 Jahren mit Erfolg führte, wird Geschäftsführer der Filiale Zürich der Camille Bauer A.-G.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Journée de discussion de l'ASE sur le maintien de la tension dans les réseaux à basse tension.

Fin novembre ou au début de décembre aura lieu une journée de discussion sur ce thème. Des conférences en allemand et en français seront accompagnées de courtes communications, en particulier de la part des fabricants de lampes et de régulateurs de tension. Nous prions tous ceux qui s'intéressent à ce problème et qui seraient en mesure d'intervenir dans la discussion, de s'annoncer au secrétariat général, afin de pouvoir, s'il y a lieu, examiner et coordonner les communications.

Participation de l'ASE et de l'UCS à l'emprunt de défense nationale.

Après le résultat plus que réjouissant de la souscription à l'emprunt de défense nationale, nous tenons à communiquer que l'ASE et l'UCS y ont également participé dans la mesure où le permettaient les moyens liquides disponibles, soit par fr. 20 000.— chacune. (Comme on le sait, la Caisse de pensions des centrales suisses d'électricité a souscrit pour fr. 600 000.—.)

Ordonnance du département militaire fédéral concernant l'extinction des lumières dans la défense aérienne.

(Du 13 octobre 1936.)

Le département militaire fédéral, vu l'article 13 de l'ordonnance du Conseil fédéral du 3 juillet 1936 concernant l'extinction des lumières dans la défense aérienne (chiffre 62 des dispositions d'exécution du 22 juillet 1936), arrête:

Article premier. Les préparatifs à faire dans les localités doivent être terminés le 1er février 1937.

Art. 2. La commission fédérale de défense aérienne peut, sur demande motivée, accorder aux localités de plus de 20 000 habitants une prolongation de délai non renouvelable de deux mois au maximum.

Art. 3. La même prolongation peut être exceptionnellement accordée à des localités moins importantes, s'il est prouvé que le délai ordinaire ne peut pas être observé par suite de circonstances tout à fait spéciales.

Art. 4. Les demandes de prolongation de délai doivent être présentées le 31 décembre 1936 au plus tard, accompagnées des pièces nécessaires.

Berne, le 13 octobre 1936.

Département militaire fédéral:
R. Minger.

Comité Technique 8 du CES.

Tensions et courants normaux. Isolateurs.

Le CT 8 du CES a tenu sa 2e séance le 15 octobre 1936 sous la présidence de Monsieur Roth, Aarau. Il examina un rapport de Monsieur Tobler, Zurich, au sujet des tensions normales inférieures à 100 V; un rapport de Monsieur Streiff, Baden, au sujet des courants normaux; un projet de requête à la CEI à propos de la coordination des isolements, établi par Monsieur Berger et son groupe d'action; un projet de réponse à la proposition du Comité d'Etudes No. 8 de la CEI relative à l'essai par choc des isolateurs, rédigé par Monsieur Wanger, Baden, et par le groupe Berger; un projet de requête à la CEI sur l'essai de raideur des isolateurs, rédigé par Monsieur Berger et son groupe; un projet de réponse à la proposition du Comité d'Etudes No. 8 de la CEI au sujet de règles pour les isolateurs de lignes aériennes, rédigé par Monsieur Tobler et son groupe; un projet de Monsieur Métraux, Bâle, et de son groupe, à propos des isolateurs de traversée. La prochaine séance du CT 8 aura probablement lieu le 27 novembre 1936.

Notre compte-rendu de la séance constitutive du 27 août 1936 (voir Bull. ASE 1936, No. 19, p. 555) doit être complété en ce sens que les Entreprises Electriques du Canton de Zurich (EKZ) sont aussi représentées au CT 8.

Comité Technique 12 du CES.

Radiocommunications.

Le 19 octobre 1936 s'est constitué le Comité Technique 12 du CES, Radiocommunications. Il se compose provisoirement des délégués des maisons et institutions suivantes: Division des télégraphes et téléphones des PTT, Berne; Sport S. A., Bienne; Paillard S. A., Ste-Croix; Thorens S. A., Ste-Croix; A. Dewald & Fils, Zurich; Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich; Station d'essai des matériaux de l'ASE et le secrétaire du CES. Monsieur le professeur Dr F. Tank (EPF) fut nommé président et Monsieur Strohschneider (A. Dewald & Fils, Zurich) secrétaire.

Après sa constitution, le CT 12 examina l'ordre du jour de la réunion du Comité d'Etudes No. 12 de la CEI, du 26 au 29 octobre à Berlin. Il s'agit là tout d'abord d'un projet de règles internationales pour la sécurité des appareils radiorécepteurs et pour les condensateurs destinés à ces appareils. Le CT fixa ensuite la délégation du CES à cette réunion, sous réserve de l'approbation par le bureau du CES. Il décida de porter à la connaissance de toutes les firmes suisses intéressées à la radiotechnique l'existence de ce Comité Technique qui, dans le cadre du CES, respectivement de l'ASE, est compétent pour régler toutes les questions techniques de son domaine, à l'exception des perturbations radioélectriques qui, elles, sont du ressort de la commission de l'ASE et de l'UCS pour les perturbations radioélectriques, ainsi que du CT du CES pour le CISPR.

Commission de l'UCS pour l'étude des questions relatives à la défense nationale.

Dans sa 3e séance, du 9 octobre 1936, le comité d'action de la commission de l'UCS pour l'étude des questions relatives à la défense nationale examina un projet de directives pour l'extinction des lumières dans la défense aérienne. Ces directives, qui se basent sur les dispositions d'exécution du Département militaire fédéral, du 22 juillet 1936, contiennent tout ce que les centrales doivent savoir en fait d'éclairage public. Après leur approbation par le comité de l'UCS, ces directives seront à la disposition des centrales. On peut les commander dès aujourd'hui au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8. L'expédition se fera au courant de novembre.

Commission des tarifs.

Depuis ce printemps, la commission des tarifs a examiné, au cours de nombreuses séances, la question très importante du chauffage électrique des appartements. Son rapport à ce sujet est prêt et a été transmis au comité de l'UCS.

D'autres problèmes actuels concernant la tarification sont à l'étude. Les membres de l'UCS seront informés des résultats en temps voulu.

Fête de jubilaires de l'UCS

le 5 septembre 1936 à Zoug.

Le 5 septembre, l'UCS réunissait ses jubilaires pour la fête traditionnelle, qui eut lieu pour la troisième fois indépendamment de l'assemblée générale.

226 jubilaires étaient inscrits, dont 219 avaient passé 25 ans et 7 même 40 ans au service de la même entreprise. Des jubilaires inscrits, 184 ayant 25 ans et 5 ayant 40 ans à leur actif répondirent à l'invitation de l'UCS. Comme de coutume, ils étaient accompagnés des membres de leur famille et des délégués des entreprises, de sorte que la réunion compta environ 300 participants. Le choix des organisateurs s'était porté cette année sur la charmante et romantique ville de Zoug, au bord du lac du même nom sur lequel toute l'assemblée devait se promener en bateau l'après-midi. Le Service de l'eau et de l'électricité de la Ville de Zoug, un des plus anciens membres de l'UCS, avait assumé la tâche délicate d'organiser les plaisirs, entre autre de réserver la belle salle de théâtre et le bateau. C'est ainsi que le samedi 5 septembre, vers 11 heures du matin, alors que St-Pierre n'avait pas encore décidé quel visage prendrait pour la journée, les 300 personnes se trouvèrent dans la salle de théâtre pour assister à l'acte solennel de la remise des diplômes et des insignes de jubilaire. Après le Cantique suisse, dont le berceau n'est pas loin de Zoug, Monsieur Graner, directeur, membre du comité de l'UCS, adressa quelques paroles aux jubilaires en l'absence du président, Monsieur R. A. Schmidt, directeur, momentanément à l'étranger. En allemand et en français, Monsieur Graner fit revivre aux jubilaires leurs longues années de fidèles services, en des termes que nous nous devons de reproduire in extenso:

«Mesdames, Messieurs,
Chers Jubilaires,

Monsieur R. Schmidt, président dévoué de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, étant absent du pays, ne peut présider cette fête des jubilaires aujourd'hui. Il présente à l'assemblée ses sincères salutations et les meilleurs vœux pour la parfaite réussite de cette journée. Le Comité m'a chargé de le remplacer et de vous prononcer le discours d'usage.

Un de nos meilleurs écrivains, Gottfried Keller, a immortalisé, dans un vers souvent cité, une pensée qui en cette belle journée prend toute sa signification: «Un jour peut devenir une perle, et un siècle entier n'être rien.» C'est dans cette antique et hospitalière cité de Zoug que nous fêtons ce jour, cette perle qui cristallise à nos yeux l'effort continu et persévérant des vaillants jubilaires qui viennent d'effectuer vingt-cinq années de travail au service de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité. Un quart de siècle pendant lequel vous fûtes toujours à la brèche, assidus, soucieux de vos devoirs comme de vos responsabilités. Et c'est pourquoi nous voulons, ce cinq septembre 1936, nous arrêter quelques minutes devant votre histoire de travail, qui est aussi la nôtre.

Qu'il me soit permis au préalable d'adresser des remerciements très sincères aux Autorités de la Ville de l'accueil chaleureux et cordial qu'elles nous témoignent en cette circonstance, et à la Société du Théâtre-Casino pour le magnifique local qu'elle a bien voulu mettre à notre disposition en ce jour de fête. Je salue spécialement, au nom du Comité de l'UCS, le représentant de la Ville de Zoug, M. le Conseiller municipal Weber, M. Weilenmann, Directeur, représentant des Licht- & Wasserwerke A.-G. Zoug, M. le Directeur Dubochet, notre sympathique membre d'honneur de l'Association Suisse des Electriciens, ainsi que la Presse, qui nous honorent de leur présence.

Nous sommes fiers de célébrer pour la troisième fois la journée consacrée uniquement à nos Jubilaires, de nous réjouir avec vous, de nous baigner dans cette atmosphère de souvenirs tout de travail et de probité qui est, n'est-il pas vrai, la récompense de ceux qui considèrent que la vie est digne d'être vécue quand elle est pleine de labeur et d'esprit de création.

En 1934, Lucerne fut le lieu de rendez-vous; l'an dernier, nous nous trouvions assemblés à Bienne; 1936 c'est Zoug.

Voilà donc une tradition qui va se perpétuer au pied des lacs et des monts, mieux, au cœur même du berceau de la Suisse primitive. O quelles évocations pourrions-nous faire! N'est-ce pas au bord de nos lacs aimés et chantés, de nos cimes majestueuses que nous sommes à même de nous recueillir, de réfléchir, de penser à l'étape que vous venez d'accomplir à votre honneur comme à la louange des maisons qui vous occupent.

Ne sommes-nous pas des privilégiés au milieu du chaos de notre temps, de goûter la solitude de nos montagnes qui élève nos sentiments et nos cœurs! Ah! si l'on entend souvent dire que la Suisse est le pays où la vie est chère, ne soyons pas ingrats car nous devons beaucoup à Dieu de nous avoir placés dans une «île de quiétude», si l'on songe aux bouleversements incessants que traversent les puissances qui nous entourent. Et cetté tranquillité, chers Jubilaires, vous en formez un des rameaux, une des colonnes de notre corps social, fait de stabilité, grâce à l'énergie et à la virilité de notre race et de nos principes chrétiens, tout imprégnés d'un sain patriotisme. Il est bon, croyons-nous, en une aussi belle manifestation de rappeler quelques vérités premières, celles qui durent, qui se transmettent à travers les générations. L'exemple que vous venez de donner par votre activité est celui que devront poursuivre vos cadets de travail, vos enfants et petits-enfants. Il leur montrera que si vous avez contribué à la prospérité d'une branche d'industrie si typiquement suisse — et qui fait votre orgueil — du même coup vous avez servi, et combien, vos concitoyens. Jamais nous n'insisterons assez sur la valeur que représentent à leurs yeux les vraies chevilles ouvrières de toutes catégories: directeurs, techniciens, employés, monteurs, ouvriers.

Vous avez, aussi durant ce quart de siècle, assisté et participé aux innombrables perfectionnements de l'industrie élec-

trique; combien d'innovations ont vu le jour depuis 1911 et l'avenir nous laisse espérer des jours où l'électricité occupera la première place dans la vie journalière.

Chaque année le nombre de nos Jubilaires s'accroît. Je relève avec plaisir cette année 219 Jubilaires qui ont accompli vingt-cinq ans de travail et sept, quarante années. Le nombre total des Jubilaires s'élève à ce jour à 1863. Voilà assurément un élément non négligeable qui marque la parfaite gérance de nos Etablissements, des plus petits aux plus grands; le souci de poursuivre la tradition de fidélité, de dévouement à la tâche quotidienne; la rentabilité normale de nos Maisons, facteur à considérer à l'époque contemporaine, où tant d'entreprises, même celles qui paraissaient les plus solidement assises, végètent, croulent sous le poids des charges et de l'amoindrissement du pouvoir d'achat des masses. Nombreux sont ceux qui envieraient actuellement votre sort, votre sécurité.

Je ne voudrais pas manquer de saluer ici les Délégués de toutes nos entreprises, vos Familles, vos épouses qui sont venues partager avec vous votre grande joie, car elles aussi ont pris une part à vos soucis, à vos peines, à vos désillusions inévitables dans la vie d'un homme. Une pensée, un souvenir de fidélité rejoint vos amis de travail, morts prématurément et qui n'ont pas eu le bonheur de partager ici-bas cette glorieuse étape. Il nous plairait de relever pour chacun de vous en particulier vos mérites personnels, la liste en serait longue et tout à votre honneur, mais sachez que nos compliments ne sont pas moins sincères et reconnaissants.

Cependant vous me permettrez de relever en particulier la présence de M. Antoine Breuer, Directeur du service électrique de la Ville de Sierre en Valais, qui a toujours porté beaucoup d'intérêt à notre Union et qui assiste régulièrement à toutes nos assemblées. Je le remercie bien sincèrement du bienveillant appui qu'il a prêté jusqu'ici à l'UCS et je ne doute pas que nous pourrons compter encore sur lui dans l'avenir.

A côté de vous les jeunes, nous avons le plaisir de saluer ici encore sept jubilaires qui ont accompli leurs 40 années de service dans la même entreprise. Ces 7 vétérans ont un droit spécial d'être fêtés en ce jour car ils peuvent se déclarer heureux que Dieu leur ait accordé la santé et la force pour occuper leur place pendant un si long laps de temps. Ils ont vu le début de l'électricité et ont vécu le développement que celle-ci a prise au cours des années. Certainement ils auraient à nous raconter divers épisodes de leur longue carrière, qui pourraient paraître parfois bien drôles à leurs cadets de 25 ans. Chers vétérans de 40 ans, je vous apporte les chaleureuses félicitations de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité et je forme le vœu bien sincère que longtemps encore vous puissiez vivre des jours heureux.

Vous me permettrez de nommer en passant, parmi ces vétérans de 40 ans, une figure sympathique et méritoire entre toutes; je veux parler de M. Zaruski, Directeur du service électrique de la Ville de St-Gall, que sa modestie ne lui a pas permis d'être aujourd'hui parmi nous, qui donnait sa démission le 1^er juillet de cette année après quarante années de travail, ancien président de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, membre aujourd'hui encore du Comité de l'ASE, ancien membre de plusieurs Commissions au sein desquelles M. Zaruski mit sans relâche son savoir, son dévouement et son intelligence au service de la communauté. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre très vive gratitude.

Tout à l'heure de gracieuses jeunes filles, d'un geste simple mais symbolique, vous remettront vos diplômes d'honneur qui traduisent l'estime et l'entière reconnaissance que vous porte l'Union des Centrales Suisses d'Electricité.

A vous, chers Jubilaires, à vos Familles, aux Délégués venus tout exprès vous féliciter, aux représentants de la Ville de Zoug, je m'associe au nom de notre Comité, et de tout cœur, en cette heureuse journée, lumineuse et sereine, sous le signe du travail, du devoir accompli et de la volonté de servir.

Qu'il me soit permis de clore ces paroles trop brèves en rappelant la belle figure du compositeur Alberik Zwyssig, qui accompagna dans ces murs de Zoug, en 1841, le dernier abbé de Wettingen, lui qui laissa à la postérité helvétique le beau et solennel «Cantique suisse», dont l'orchestre a si bien rendu les accords patriotiques au début de la séance et qui nous ont tous émus; car notre travail, notre dévouement à notre sol, à la terre de nos pères, ont toujours exalté en nous l'esprit suisse dans ce qu'il a de plus beau, de plus élevé, de plus généreux.»

Après ce discours, trois jeunes et jolies zougoises en costume du pays remirent aux 5 jubilaires fêtant leurs 40 ans de service un bouquet et l'insigne d'or, puis aux plus «jeunes» jubilaires l'insigne d'argent et le diplôme traditionnel, tandis que sur la galerie les dames et autres spectateurs ne ménageaient pas leurs applaudissements. L'acte solennel dura jusqu'à 12 h 45, puis on se rendit en plein air, pour permettre aux hôtes d'aménager la salle pour le banquet dont l'opulence, due à la générosité des Services industriels de Zoug, fut particulièrement goûtée. Pendant le repas, Monsieur Graner, directeur, salua les délégués des autorités, ainsi que Monsieur Dubochet, membre d'honneur de l'UCS; Monsieur Weber, conseiller municipal, répondit par un discours sympathique dans lequel il souhaita la bienvenue aux électriciens dans sa ville et souligna l'importance de cette belle coutume qui cherche sa pareille. Ce discours fut fortement applaudi, sur quoi Monsieur Dubochet, le vieux maître de l'électricité en Romandie, s'adressa aux jubilaires dans les termes suivants, qui furent accueillis également par les applaudissements chaleureux de l'auditoire:

«Mesdames, Messieurs, chers Jubilaires,

Laissez à un des doyens de cette assemblée le plaisir de vous adresser quelques paroles.

Si mes souvenirs sont exacts il y a cette année 19 ans que le comité de l'UCS (VSE) décida d'octroyer aux employés de tous rangs qui ont été attachés au service d'une entreprise pendant 25 ans un diplôme d'honneur. Des 7 membres du comité d'alors, qui étaient

M. Henri Wagner, directeur des Services électriques de la Ville de Zurich, décédé en 1920;

M. Emile Oppikofer, directeur des Services électriques de la Ville de Bâle, décédé en 1921;

M. Thut, ingénieur, chef d'exploitation et directeur technique des Forces Motrices Bernoises;

M. Fritz Marti, directeur de l'Usine électrique de Wynau à Langenthal;

M. Martenet, directeur des Services électriques de la Ville de Neuchâtel;

M. le Professeur Wyssling, alors secrétaire général de l'UCS et de l'ASE

et enfin celui qui a l'honneur de vous parler, deux nous ont quittés pour un monde meilleur, nos chers collègues et amis Wagner et Oppikofer. Tous deux ont accompli une magnifique carrière et laissé après eux le souvenir d'ingénieurs compétents, distingués et de chefs aimés et respectés. Les cinq autres sont encore en activité; je n'ose pas dire «les bons s'en vont, les mauvais restent», mais je constate avec plaisir que l'Electricité en général conserve. Je vois cependant, avec une certaine mélancolie, que je suis le seul représentant de ces anciens membres du comité de l'UCS et c'est pourtant en leur nom que je me sens heureux de pouvoir vous apporter le salut des anciens.

Rappelons brièvement le but que nous nous étions tracé en décidant la remise des diplômes pour 25 années de bons, loyaux et dévoués services.

Tout d'abord récompenser officiellement et publiquement ceux qui pendant un quart de siècle ont mis à la disposition de l'entreprise à laquelle ils ont été attachés, leurs capacités techniques, commerciales, administratives ou scientifiques, leur fidélité à toute épreuve et leur inlassable dévouement à la tâche, petite ou grande, modeste ou importante, qui leur a été confiée.

En outre de donner aux jubilaires, employés ou chefs, l'occasion de passer ensemble quelques heures de détente, de saine camaraderie, si j'ose dire ainsi, et de rapprochement utile et profitable, loin des soucis ou des difficultés et du travail journalier de l'exploitation, de la vie des bureaux, des magasins, des chantiers ou des usines.

Enfin on fournissait ainsi aux représentants des diverses usines ou services électriques, grands et petits, disséminés en Suisse, la possibilité de se rencontrer, d'échanger des idées, d'affirmer leur solidarité et de créer ainsi des relations et souvent de bonnes amitiés entre Suisses des différents cantons, entre Suisses allemands, tessinois ou romands.

Au début et pendant de nombreuses années la remise des diplômes avait lieu le jour de l'assemblée générale de notre Union. Vu le grand nombre, toujours plus important, des membres de l'Union et celui toujours croissant des jubilaires (au début il y en avait une cinquantaine et aujourd'hui il y en a 214) on dut se décider à faire deux assemblées distinctes; je l'ai personnellement regretté, tout en reconnaissant les difficultés inhérentes à de trop nombreuses réunions.

Mais, toujours pendant ces 19 années où l'expérience de ces réunions annuelles s'est fidèlement répétée, les initiateurs ont pu, avec une grande satisfaction, s'assurer qu'ils avaient vu juste. Aussi, en une journée comme celle-ci, qu'il me soit permis de rappeler que cette initiative, cette excellente idée revient à notre cher ami, qui n'est malheureusement plus au milieu de nous pour constater avec moi cet indiscutable succès, le très distingué directeur Henri Wagner, ingénieur des Services électriques de la Ville de Zurich. Il fut un chef ferme et respecté de tous en même temps qu'un ami sûr de ses subordonnés, de tous ceux qui ont eu le bonheur et l'honneur de travailler sous ses ordres, de ses collègues qui, comme moi, ont eu le privilège de collaborer avec lui à tout ce qui touchait le développement de l'Electricité en Suisse, le progrès de la science et de l'économie publique bien comprise de notre patrie et surtout à la bonne entente entre employés et employeurs, entre mécaniciens, régleurs d'usines, monteurs, aide-monteurs ou simples manœuvres, commis et employés de bureaux et de magasins et ceux, ingénieurs ou directeurs, qui ont le plaisir et la responsabilité de les diriger. Tous nous lui sommes aujourd'hui reconnaissants et gardons de lui un pieux souvenir.

Laissez-moi joindre aussi à ce souvenir celui de tous les anciens jubilaires de l'UCS qui nous ont devancé là-haut et dont nous nous rappelons encore avec émotion les mérites et l'amitié.

Et puisque nous sommes ici à Zoug au centre de notre cher pays, permettez-moi encore de rappeler un nom. C'est celui de l'ami Wilhelm, ancien directeur des Services industriels de cette charmante ville. Sa silhouette de vieux Suisse avec son grand chapeau et son brissago toujours allumé est encore présente aux yeux de tous ceux qui l'ont connu. Il était le type du chef simple et en même temps supérieur, d'un bon sens et d'une loyauté parfaite et lorsqu'il disait avec une noble fierté et son bon sourire fin et malicieux: «I bi de Wilhelm, der ander ist z'Berlin», on avait toujours envie de lui dire: mais toi tu es le *bon*.

En l'honneur de tous ces disparus et pour honorer leur mémoire, oserais-je vous prier de vous lever.

Excusez si je vous rappelle ces vieux souvenirs, mais je ne sais si l'an prochain, au moment où, comme 7 d'entre vous, Messieurs, je pourrai célébrer ainsi que mon cher ami Zaruski de St-Gall mes 40 années d'activité, comme lui je pourrai fêter alors, si Dieu me prête vie, ma mise à la retraite (im Ruhestand comme on dit en Suisse allemande). Mais serai-je encore au milieu de vous? Aussi je tenais à vous dire avec quel plaisir j'ai constaté que cet excellent esprit qui animait la réunion des Jubilaires il y a 18 ans s'est continuellement maintenu.

Et maintenant parlons des vivants. Je remercie en particulier le Comité de l'UCS, M. le Conseiller Municipal Weber, le représentant de la Ville de Zoug pour ses si aimables paroles, et le distingué directeur du Licht- und Wasserwerk Zoug, M. Weilenmann, auquel nous disons un chaleureux merci pour sa généreuse et si aimable hospitalité.

Je suis content de voir parmi vous des représentants de ce qu'en français nous appelons le beau sexe ou le sexe faible et qui est plus souvent le sexe fort, car bien souvent ce sont les femmes qui commandent, pas encore dans les administrations (chacun à sa place!), mais bien souvent, sans le montrer trop, dans les ménages et c'est presque toujours dans les bons ménages. Je félicite en particulier les dames jubilaires qui sont ici. Je ne vous demande pas votre âge, vous êtes toutes jeunes et charmantes. Vous me permettrez de dire aussi un mot aux épouses qui ont accompagné ici leurs maris, fières et heureuses de leur voir attribuer ce diplôme qu'ils ont si bien mérité.

Une partie des félicitations qu'on a adressées à vos époux vous revient, Mesdames, parce que certainement si vos maris ont bien accompli leur tâche, c'est que vous les avez encouragés, vous les avez soutenus et vous les avez aidés. En un mot vous avez été pendant ces 25 ans les anges du foyer.

Enfin je veux féliciter cette belle cohorte de Jubilaires. Continuez dans les vieilles et saines traditions de bonne entente avec vos dirigeants, c'est ce qui a fait la force et la prospérité de nos entreprises électriques suisses et vous, directeurs ou chefs à quel titre que ce soit, jeunes collègues tout spécialement, sachez comprendre votre personnel et soyez pour eux non pas seulement des «Herren Direktoren» ou des «Chefs» respectés, mais aussi le véritable ami et le bon conseiller. Ainsi les mauvaises pensées et l'esprit de mécontente que de mauvais conseilleurs cherchent trop souvent à insuffler dans notre personnel des centrales suisses d'électricité n'y pénétrera jamais. Ainsi unis, nous travaillerons tous au bien-être, même dans les périodes de crise, à la prospérité et au bonheur de nos centrales d'électricité et de notre chère patrie, la Suisse, que nous voulons tous libre, forte et donc heureuse.

A vous tous ici présents, au Comité de l'UCS, collègues jeunes et vieux, jubilaires anciens et nouveaux, à vous Mesdames les épouses de ceux qu'on fête aujourd'hui, à nos Centrales, au Canton et à la Ville de Zoug, à la Suisse notre cher pays, je porte un toast vigoureux et je lève mon verre.

Qu'ils vivent...»

Une agréable surprise attendait les participants. La maison Landis et Gyr, qui a depuis de longues années son siège à Zoug et qui, d'une petite boîte qu'elle était au début, est devenue une entreprise de réputation mondiale, distribua à chacun un porte-mine en argent qui restera un souvenir durable de cette belle journée.

Peu s'en fallut que l'on ne s'attardât dans la belle salle de théâtre, de sorte que l'on n'eut presque pas le temps de goûter les charmes pittoresques de la vieille ville en se rendant au débarcadère où attendait le bateau tout pavoisé. St-Pierre s'était enfin décidé au beau, bien que nuageux. Chacun apprécia la promenade sur le lac, à Buonas, Risch puis à Walchwil où une collation fut servie au Kurhaus, arrosée comme il convient aux humeurs joyeuses. Une demi-heure de franche gaîté, des photographies en groupe, encore de la gaîté, puis il fallut se réembarquer pour Zoug où l'on arriva vers 6 heures. Ce fut la fin officielle de la fête; cependant, il paraît que maints petits groupes se retrouvèrent encore en ville ou dans les environs pour clore dignement cette belle journée autour d'une bonne bouteille!

La fête n'est plus, mais à en juger par la mine, ceux qui y participèrent garderont un souvenir profond de cette manifestation en l'honneur de nos fidèles employés. Nous espérons trouver, pour l'année prochaine, un endroit en Suisse romande au moins aussi accueillant que la petite ville de Zoug, à laquelle nous nous devons d'exprimer, au nom de l'UCS et des jubilaires, notre profonde gratitude.

Liste des jubilaires.

(Les jubilaires sont rangé suivant le lieu, par ordre alphabétique.)

Liste des jubilaires avec 40 ans de service.

Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, Aarau:
Frieden Louis, Chef der Abonnentenkontrolle, Aarau.

Services industriels de la Ville du Locle, Le Locle:
Robert Georges, chef électricien, Le Locle.

Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen, St. Gallen:
Zaruski Alfred, Direktor, St. Gallen.

Licht- & Wasserwerke Thun, Thun:
Brönnimann Christian, Chefmonteur, Thun.
Gafner Hans, Bureauchef, Thun.

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich:
Hess Alfred, Chef der Bezügerkontrolle, Zürich.
Hürzeler Hans, Kreischef, Zürich.

Liste des jubilaires avec 25 ans de service.

Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, Aarau:
Bitterli Arthur, Obermonteur.
Gessler Paul, Elektromonteur.
Völlmy Reinhard, Magaziner.
Wernli Fritz, Korrespondent.

Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau:
Huber August, Maschinist.
Lehner Jakob, Kaufm. Angestellter.
Schatzmann Karl, Elektromonteur.

Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau, Arbon:
Iseli Jakob, Monteur.
Schmalz Karl, Monteur.

Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden:
Hauser Joseph, Maschinist.
Wunderlin Emil, Stauseewärter.

Städtische Werke Baden, Baden:
Benz Oskar, Buchhalter.
Hauri Gottl., Maschinist.
Kummer Ernst, Monteur.

Elektrizitätswerk Basel, Basel:
Fasler August, Monteur-Vorarbeiter.
Hohler August, Gehilfe des Stadtaufsehers.
Jan Adrian, Batteriewärter.
Leuthardt Theodor, Maler.
Neracher Hans, Magazin-Handlanger.
Rajzic Ernst, Standableser-Einzüger.
Rippstein Otto, Schaltbrettwärter.
Rösli Ernst, Adjunkt des Bauinspektors.
Schmid Albert, Hilfsarbeiter.
Weisskopf Eduard, Maschinist.

Bernische Kraftwerke A.-G., Bern:
Aeberhardt Gottfried, Freileitungsmonteur.
Blatter Alfred, Freileitungsmonteur.
Bühlmann Fritz, Hilfsmaschinist.
Christen Emil, Zählerreparateur.
von Dach Paul, Installationsmonteur.
Gerber Ernst, Platzmonteur.
Girod Ernst, Installationsmonteur.
Glauser Arthur, Kontrolleur.
Graf Albert, Chef des Oberbetriebsbureaus.
Haller Adolf, Kreismonteur.
Imhoof Walter, Kreismonteur.
Mottet Charles, Commis.
Rebmann Karl, Hilfsmaschinist.
Schwab Albert, Hilfswehrwärter.
Sieber Hans, Hauptkassier.
Stucki Emma, Kanzlistin.
Tschanz Ernst, Strommietchef.
Wittwer Jakob, Pumpenwärter.
Zaugg Hans, Maschinist.
Zingg Fritz, Chefmonteur.

Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern:
Gerber Fritz, Einzieher.
Henzi-Riesen Berta, Verkäuferin.
Hügli Joh. Christ., Chefkontrolleur.
Rohrbach Ernst, Maschinist.
Roth Emil, Spengler.
Schaffer Gottfried, Maurer.

Officine Elettriche Ticinesi, Bodio:
Alberti Dionigi, Macchinista.
Bianchi Giuseppe, Vice-Capo-Centrale Biaschina.
Dagani Enrico, Capo-sciolta.
Guzzi Celestino, Capo Ufficio Costruzioni.
Marzorati Augusto, Meccanico-tornitore.
Pambianco Enrico, Capo-centrale.
Pellegrini Luigi, Capo-operario.
Ricco Augusto, Capo-Officina meccanica.
Robertini Giuseppe, Impiegato d'ufficio.
Tonoli Paolo, Macchinista.

Kraftwerk an der Reuss, Bremgarten:
Moser Beno, Maschinist.

Industrielle Betriebe der Stadt Brugg, Brugg:
Seeberger Jakob, Materialverwalter.

Société Romande d'Electricité, Clarens:
Bertholet Alfred, service des compteurs.
Bregani Louis, appareilleur-électricien.
Milani Vincent, appareilleur-électricien.
Schmidhauser Paul, ingénieur civil diplômé.

Services Industriels, La Chaux-de-Fonds:
Ducommun Arthur, ouvrier de lignes.
Grobéty Lucien, monteur.

Elektrizitätswerk Davos, Davos-Platz:
Dellagiovanna Josef, Maschinist.

Elektrizitätswerk Flawil, Flawil:
Pfändler Johannes, Einzieher.
Züst Walter, Chefmonteur.

Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg:
Brulhart Auguste, monteur-électricien.
Butty Jules, monteur-électricien.
Chassot Sulpice, monteur-électricien.
Crausaz Fernand, comptable.
Dorier Louis, monteur-électricien.
Lauper Colomb, comptable.
Megert Hans, chef de bureau.

Service de l'Electricité de Genève, Genève:
Archinard Louis, commis principal.
Chalut Edouard, mécanicien 1re classe.
Champendal Louis, contremaître.
Ferrari Louis Paul, monteur 1re classe.
Gertsch Alfred, monteur 1re classe.
Gianinazzi Antoine, monteur 1re classe.
Humbert Alfred, contremaître.
d'Ivernois Paul, contremaître.
Moret Alphonse, monteur 1re classe.
Pautex Marcel, commis 1re classe.
Poncioni Emile, chef de bureau.
Prodon Eugène, commis 2^e classe.
Tronchet John, chef d'équipe.

Elektrizitätswerk Hochdorf, Hochdorf:
Coray Luzius, Verwalter.
Trüeb Fridolin, Gemeindeschreiber und Kassier.

Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil A.-G., Jona:
Schmucki Josef, Freileitungs-Gruppenchef.

A.-G. Bündner Kraftwerke, Klosters:
Casanova Antonio, Maschinist.
Juon Peter, Schichtführer.
Messmer Georg, Maschinist und Monteur.

Elektrizitätswerk Kreuzlingen, Kreuzlingen:
Friedrich Albert, Monteur.

A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal:
Ackermann Amadé, Hilfsmaschinist.
Büttiker Adolf, Zimmermann.
Räss Emil, Freileitungs-Hilfsmonteur.

Kraftwerk Laufenburg, Laufenburg:
Wekerle Artur, Techniker, Laufenburg.

Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne:
Baudat Arthur, manœuvre II^e classe.
Gaillard Justin, manœuvre II^e classe.
Gnehm Henri, chef de réseau 1re classe.

S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne:
Arlettaz Auguste, chef d'équipe.
Bourgeois Alfred, gardien de barrage.
Chevillard Henri, forgeron-soudeur.

Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne, Lausanne:
Jordan Henri, aide-machiniste, Lausanne.
Mégroz Maurice, machiniste, Lausanne.
Rochat Charles, technicien, Lausanne.

Elektrizitätswerk Lauterbrunnen, Lauterbrunnen:
Stäger Christian, Maschinist.

Services industriels de la Ville du Locle, Le Locle:
Dubois Charles, appareilleur-électricien.
Guinchard Charles, sous-chef d'usine.
Tinguely Fritz, machiniste.

Elektra Baselland, Liestal:
Locher Robert, Chefmaschinist.
Rosenmund Hans, Betriebstechniker.

Officina elettrica comunale di Lugano, Lugano:
Gambonini Pio, Guardiano.
Grassi Antonio, Macchinista.

Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern:
Arber Fritz, Zählermechaniker, Altdorf.
Bächtold Gottfried, Chef des Fakturen-Bureaus, Luzern.
Baumann Josef, Maschinist, Altdorf.
Eller Josef, Freileitungsmonteur, Altdorf.
Guidali Anton, Freileitungsmonteur, Schwyz.
Märchy Josef, Magaziner, Schwyz.
Maurer Heinrich, Elektrotechniker, Altdorf.
Strüby Xaver, Inst.-Monteur, Schwyz.
Winiger Franz, Kreismonteur, Luzern.

Elektrizitätswerk der Stadt Luzern, Luzern:
Blättler Josef, Leitungszieher.
Fäh Emil, Verwaltungsbeamter.
Kuster Wilhelm, Leitungsziehergehilfe.
Weber Ernst, Elektrotechniker.
Zihlmann Josef, Stellvertreter des Chefs des Strom-Rechnungsbureaus.

Services industriels de la Ville de Neuchâtel, Neuchâtel:
Marendaz Alexis, mécanicien.

Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A.-G., Olten:
Baumann Friedrich, Hilfsmonteur.

Kraftwerke Brusio, Poschiavo:
Bona Pietro, Macchinista.
Bottoni Attilio, Portiere.

Elektra Räuchlisberg, Räuchlisberg:
Gsell Konrad, Betriebsleiter und Kassier.

Elektrizitätwerk der Gemeinde Reichenburg, Reichenburg:
Kistler Erhard, Präsident des Elektrizitätswerkes.

Gemeindeverwaltung Samaden, Samaden:
Rüesch Hermann, Betriebsleiter, Samaden.

Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen, Schaffhausen.
Koch Heinrich, Maschinist.
Kümpel August, Monteur.
Mettler Konrad, Maschinist.
Steinemann Christian, Materialverwalter.

Services industriels de Sierre, Sierre:
Breuer Kvetoslav-Antoine, directeur.

Services industriels de la commune de Sion, Sion:
Revaz Ignace, chef d'équipe.

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn:
Kohler Karl, Maler.

Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen, St. Gallen:
Stahel Gottfried, Standaufnehmer und Einzieher.
Walser Jakob, Rechnungsführer.

St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen:
Bischof Albert, Maschinenmeister.
Bodenmann Rob., Platzmonteur.
Brunner Gottl., Platzmonteur.
Erpf Paul, Obermonteur.
Helbling Ferd., Betriebsmonteur.
Hochstrasser Max, Schichtenführer.
Manz Heinrich, Inst.-Kontrolleur.
Mogg Joseph, Chefmonteur.
Reich Jakob, Kaufm. Angestellter.
Schweizer Georg, Freileitungsmonteur.
Staub Ernst, Chefmonteur.
Sutter Walter, Betriebstechniker.
Theiler Franz, Platzmonteur.
Wuest Adolf, Maschinenmeister-Stellvertreter.

Société des Forces Electriques de la Goule, St-Imier:
Aeschlimann Ulrich, monteur.

Licht- & Wasserwerke Thun, Thun:
Christinat Adolf, Maschinist.

Rhätische Werke für Elektrizität, Thusis:
Frehner Robert, Obermaschinist-Stellvertreter.

Lonza Elektrizitätswerke und Chemische Fabriken, Visp:
Andrey Robert, Chefmonteur.
Fischer Eduard, Ingenieur.
Gaillard Arthur, Monteur.
Gautschy Albert, Zentralenchef.
Hasler Wendelin, Machinist.
Karlen Viktor, Maschinist.
Krummenacher Pius, Werkstätte-Vorarbeiter.
Revaz Edouard, Wasserwärter.
Steiner Fridolin, Maschinist.
Venetz Edmund, Schichtenführer.

Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur, Winterthur:
Widmer Albert, Zählermonteur.

Wasserwerke Zug, Zug:
Bumbacher Josef, Maschinist.

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich:
Bär Emil, Zählermonteur.
Erb Jean, Chefmonteur.
Frei Emil, Maschinenmeister.
Güttinger Jakob, Obermonteur.
Heiz Arthur, Ortsmonteur.
Isler Jakob, Maschinist.
Klaus Alfred, Schlosser-Vorarbeiter.
Müller Ernst, Chefmonteur.
Rusterholz Gottfried, Schaltwärter.
Saam Louis, Chef der Kleinbezügerkontrolle.
Schmid Johann, Obermonteur.
Schneider Gottfried, Maschinist.
Schweizer Albert, Chefmonteur.
Staub Jakob, Ortsmonteur.
Tuffli Peter, Monteur.
Wiedmer Friedr., Magaziner.
Witzig Walter, Ortsmonteur.

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Zürich:
Bachmann Jakob, Buchhalter-Gehilfe.
Bätscher Adolf, Handl.-Vorarbeiter.
Bauert Julius, Handw.-Gehilfe.
Bonadei Humbert, Stationswärter.
Brehm Christian, Maschinist.
Demut Ernst, Chauffeur.
Fasnacht Emil, Handw.-Vorarbeiter.
Gerber Paul, Inst.-Revisor.
Häfner Georg, Maschinist.
Hammer Gottlieb, Handlanger.
Herrmann Konrad, Handw.-Vorarbeiter.
Huser Paul, Magaziner I. Klasse.
Keller Otto, Chef-Buchhalter.
Kienast Hermann, Zählereicher I. Klasse.
Kistner Adolf, Zeichner I. Klasse.
Lips Fritz, Handwerker I. Klasse.
Müller Eduard, Maschinist.
Pfenninger Karl, Handwerker I. Klasse.
Ruegg Jakob, Kanzlist I. Klasse.
Suter Johann, Handwerker-Vorarbeiter.
Thomann Abraham, Handwerker-Vorarbeiter.
Weber Johann, Maschinist.
Welti Oskar, Handwerker-Vorarbeiter.

Jungfraubahn Zürich:
Baumann Hans, Maschinist, Lütschenthal.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année | N° 23 | Vendredi, 13 Novembre 1936

Erhöhung der übertragbaren Nutzleistung in Verteilleitungen durch örtliche Blindleistungslieferung.

Von *A. A. Bölsterli*, Hamden, Conn., USA.

621.316.722 : 621.319.4

Der Anschluss von statischen Kondensatoren in Netzen wird meist vom Gesichtspunkt der Kompensation der Blindleistung aus betrachtet. Im folgenden Artikel wird dagegen die Verwendung von Kondensatoren zur Kompensierung des Spannungsabfalles behandelt, also die Begrenzung der auf einer Freileitung übertragbaren Leistung durch den zulässigen Spannungsabfall statt, wie üblich, durch die Strombelastungsfähigkeit. Aus dieser noch wenig bekannten Betrachtungsweise ergeben sich interessante Ergebnisse, die denen, welche sich aus der Betrachtung vom Standpunkt der konstanten Strombelastung aus ableiten lassen, gerade entgegengesetzt sind.

Généralement, on installe des condensateurs statiques dans les réseaux afin de remonter le facteur de puissance. Dans le présent article, l'auteur examine par contre l'utilisation des condensateurs pour compenser la chute de tension; il tend donc à limiter la puissance transmissible par la ligne eu égard à la chute de tension admissible et non comme d'habitude à la charge de courant maximum. Cette méthode encore peu connue aboutit à des résultats intéressants, absolument opposés à ceux qui découlent de la méthode consistant à rechercher une charge de courant constante.

Das Problem der örtlichen Lieferung der an ein Verteilnetz angeschlossenen Blindleistung (wofür hauptsächlich statische Kondensatoren in Frage kommen) wird meist vom Gesichtspunkt der Kompensation von Scheinleistung, d. h. dem der Stromentlastung aus beurteilt. Dabei zeigt sich, dass der Gewinn für eine gegebene Phasenverschiebung, d. h. für gleich grosse Aenderung des $\cos\varphi$, um so geringer wird, je mehr man sich $\cos\varphi = 1$ nähert. Da gleichzeitig auch die zu dieser Phasenschiebung erforderliche Kondensatorenleistung wächst, folgert man allgemein, dass es unvorteilhaft ist, Phasenschiebung anzuwenden, wenn der Leistungsfaktor bereits schon hoch, z. B. 85 % oder höher ist.

Dieser Sachverhalt ist aus Fig. 1 ersichtlich. Das Verhältnis der freigewordenen Scheinleistung ΔP_s zur Kondensatorenleistung P_c ergibt sich, wie leicht ersichtlich, zu:

$$\frac{\Delta P_s}{P_c} = \frac{\dfrac{1}{\cos\varphi_1} - \dfrac{1}{\cos\varphi_2}}{\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2} \qquad (1)$$

Diese Beziehung ist in Fig. 1 dargestellt.

Diese Betrachtungsweise berührt jedoch bloss die Strombelastungsfähigkeit der Leitung, welche, zumal bei Freileitungen, auf welche unsere Betrachtungen hauptsächlich abzielen, höchst selten als das begrenzende Moment auftritt. Viel schwieriger ist es, vom Standpunkte der Kraftverteilung aus gesehen, die richtige Spannung einzuhalten, und die Begrenzung in der Uebertragungsleistung liegt daher viel häufiger im Spannungsabfall zwischen der Verteilstation und den Abnehmern oder zwischen dem ersten und letzten Abnehmer an der Leitung.

Es ist bekannt, dass die Blindleistung zufolge der Winkelbeziehungen im Vektordiagramm der Spannungen, der Endspannung besonders schädlich

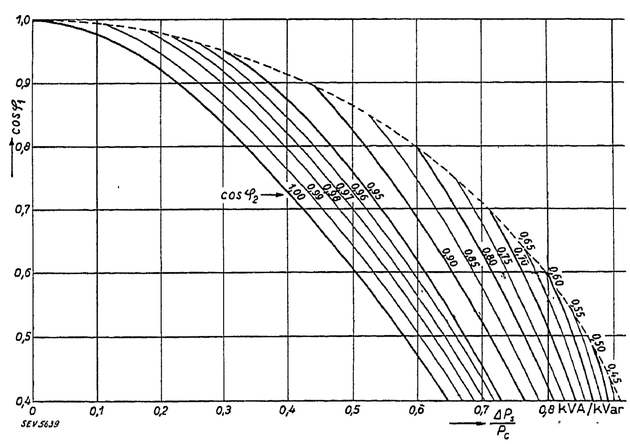


Fig. 1.
Verhältnis des Gewinnes an Scheinleistung zur Kondensatorleistung in Funktion des $\cos\varphi$ vor und nach Phasenschiebung (Gleichung 1).
$\cos\varphi_1$ (nacheilend) *vor* Anschluss der Kondensatoren.
$\cos\varphi_2$ (nacheilend) *nach* Anschluss der Kondensatoren.
ΔP_s Gewinn an Scheinleistung (kVA).
P_c Kondensatorenleistung (kVar).

ist. Der durch den Blindstrom erzeugte Abfall pro km Leitungslänge ist lediglich eine Funktion der Leitungskonstanten, d. h. des Wirk- und Blindwiderstandes der Leitung. Das Spannungsgefälle

längs der Leitung lässt sich bei gegebener Belastung nur durch Phasenschiebung der Belastung, d. h. durch örtliche Blindleistungslieferung verringern oder sogar (bei Voreilung) in einen Anstieg umwandeln. Mit im Leitungszug eingefügten Reguliertransformatoren oder Induktionsreglern lässt sich wohl die Spannung in Abständen heben, aber der Abfall längs der Leitung wird dadurch nicht beeinflusst. Fig. 2 gibt ein schematisches Bild der Verhältnisse.

Die erwähnten generellen Beziehungen sind weitgehend bekannt. Dagegen scheinen die Möglichkeiten ihrer Nutzanwendungen keineswegs erschöpft oder auch nur gebührend anerkannt zu sein. Im Gegensatz zur üblichen Behandlung des Problems soll hier davon ausgegangen werden, dass der Spannungsabfall (folgerichtig auf Spitzenlast bezogen) als das die Nutzbelastungsfähigkeit begrenzende Moment angesehen wird, wobei stillschweigend angenommen ist, dass die Grenze, die durch die Erwärmung der Leitung gesetzt ist, erheblich höher liegt, eine Annahme, die bei Freileitungen immer erfüllt ist. Es werden sich dabei allgemeine Schlüsse von grosser praktischer Bedeutung ziehen lassen.

Die Problemstellung, in Vereinfachung der wirklichen Verhältnisse, sei die folgende: Ueber eine gegebene Leitung werde eine Spitzenleistung mit Wirkkomponente P_{w1} (kW) und Blindkomponente P_{b1} (kVar) übertragen. Der Spannungsabfall zwischen Anfang und Ende der Leitung sei mit den Betriebsbedingungen gerade noch vereinbar, soll aber nicht überschritten werden. Um den Anschluss neuer Abnehmer zu ermöglichen, wird das Mittel

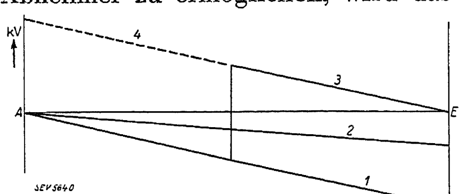


Fig. 2.
Verlauf der Spannung längs der Leitung.
A Anfang, *E* Ende der Leitung.

1 Spannungsverlauf bei Spitzenlast *vor* Anschluss der Kondensatoren.
2 Spannungsverlauf bei Spitzenlast *nach* Anschluss der Kondensatoren.
3 Spannungsverlauf nach Hebung der Spannung in der Mitte der Leitung, durch Induktionsregler oder Reguliertransformatoren.
4, 3 Spannungsverlauf durch Kompoundierung am Leitungsanfang durch Induktionsregler.

der örtlichen Blindleistungserzeugung in Erwägung gezogen, und es soll untersucht werden, wie sich der Gewinn an Nutzleistung zum Aufwand an statischen Kondensatoren stellt unter der Voraussetzung, dass der Spannungsabfall unverändert bleibt.

In Fig. 3 ist das Vektordiagramm des Spannungsabfalls dargestellt, wobei die Abfälle für die Wirk- und Blindkomponenten separat eingetragen sind. Wir beschränken uns ausdrücklich auf die sog. «kurze Leitung» (< 30 km), für welche dieses Diagramm, das den Einfluss der Eigenkapazität der Leitung vernachlässigt, gilt. Die Indizes 1 und 2 beziehen sich auf die beiden betrachteten Belastungszustände, nämlich denjenigen vor und denjenigen nach Anschluss der statischen Kondensatoren. *R* ist der Ohmsche, *X* der induktive Widerstand der Leitung, wobei bekanntlich $X = \omega L$.

Begnügt man sich zunächst mit einer Näherungsrechnung, so kann man annehmen, dass sich der Endpunkt des Sendespannungsvektors, bei konstant gehaltener Empfangsspannung und konstantem Spannungsabfall auf der Geraden G anstatt auf dem Kreis K bewegt. Es gilt dann für die zwei Zustände:

$$I_{w2} R - I_{w1} R = I_{B1} X - I_{B2} X$$

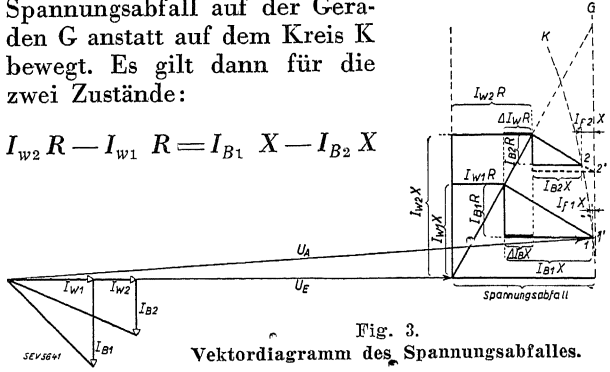


Fig. 3.
Vektordiagramm des Spannungsabfalles.

Multipliziert man beide Seiten mit der Empfängerspannung, so erscheinen an Stelle der Ströme die mit *P* bezeichneten bezüglichen Blind- und Wirkleistungen

$$P_{w2} R - P_{w1} R = P_{B1} X - P_{B2} X$$
$$R (P_{w2} - P_{w1}) = (P_{B1} - P_{B2})$$

$P_{w2} - P_{w1}$ stellt den Gewinn an Wirkleistung dar und soll mit ΔP_w bezeichnet werden. $P_{B1} - P_{B2} = \Delta P_B$ stellt die Blindleistung dar, die man am Ende der Leitung liefern muss. Es ergibt sich somit die einfache Beziehung:

$$\Delta P_B = \frac{R}{X} \Delta P_w \quad \text{oder} \quad \Delta P_w = \frac{X}{R} \Delta P_B \qquad (2)$$

Praktisch wird nun aber ein Wirkleistungsinkrement auch eine zusätzliche Blindleistung mit sich bringen, da ja die neu angeschlossene Belastung kaum eine reine Wirklast sein dürfte. Macht man die plausible Annahme, dass die zusätzliche Belastung den gleichen cos φ aufweist wie die ursprüngliche Belastung, d. h. cos φ_1, so wird ΔP_w eine Blindlast $\Delta P_w \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$ beitragen. Der Kondensator muss auch diesen Anteil, neben dem durch Gl. (2) bestimmten, aufbringen und daher eine Blindleistung P_c besitzen gemäss:

$$P_c = \frac{R}{X} \Delta P_w + \Delta P_w \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \qquad (3)$$

Das Verhältnis der verfügbar gewordenen Wirkleistung zur benötigten Kondensatorleistung ist daher:

$$\frac{P_c}{\Delta P_w} = \frac{R}{X} + \operatorname{tg} \varphi_1 \qquad (4)$$

Diese interessante Formel, die noch ausführlich diskutiert werden soll, lässt sich auch direkt aus

der bekannten Näherungsformel für den Spannungsabfall ableiten, die ebenfalls auf der Annahme basiert, dass der Endpunkt des Spannungsvektors sich auf der Senkrechten zum Vektor der Endspannung bewegt anstatt, wie es streng genommen der Fall ist, auf dem Kreis. Die Ableitung sei hier angeführt, da einige Zwischenergebnisse später gebraucht werden.

Es ist bekanntlich:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{3} \cdot P_s}{10\,(U)^2}\,(R\,\cos\varphi + X\,\sin\varphi) \qquad (5)$$

wo ε prozentualer Spannungsabfall,
P_s die übertragene Scheinleistung in kVA,
U die verkettete Spannung in kV,
R der Wirkwiderstand einer Leitungsphase in Ohm,
X der Blindwiderstand einer Leitungsphase in Ohm,
φ der Phasenverschiebungswinkel.

Da $P_w = \frac{P_s}{\cos\varphi}$ kann Gl. (5) auch geschrieben werden als

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{3}\,P_w}{10\,(U)^2}\,(R + X\,\mathrm{tg}\,\varphi) \qquad (6)$$

Wendet man diese Gleichung unter der Voraussetzung gleichbleibenden Spannungsabfalles wie zuvor auf die zwei Belastungszustände an, so ergibt sich:

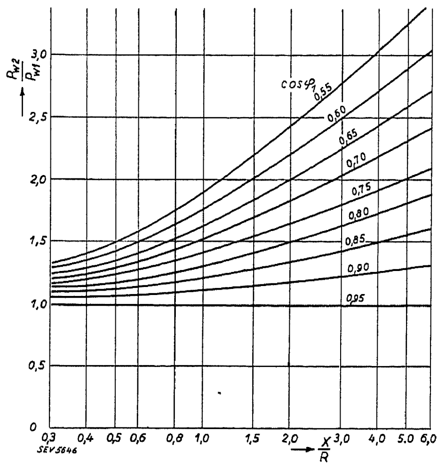


Fig. 4.
Verhältnis der Wirkleistungen bei Phasenschiebung von cos φ (nacheil.), auf cos φ_2 = 0,95.

$$\frac{P_{w2}}{P_{w1}} = \frac{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1}{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_2} \qquad (7)$$

Es ergibt sich also durch Phasenschiebung von φ_1 auf φ_2 eine erhöhte Wirkleistung nach Massgabe dieser Gleichung. Diese Beziehung ist in Fig. 4 für eine Phasenverbesserung auf cos $\varphi = 0{,}95$ dargestellt.

Aus Gl. (7) ergibt sich:

$$\frac{\Delta P_w}{P_{w2}} = \frac{P_{w2} - P_{w1}}{P_{w2}} = \frac{\mathrm{tg}\,\varphi_1 - \mathrm{tg}\,\varphi_2}{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1} \qquad (8)$$

oder auch

$$\Delta P_w = \frac{P_{w2}\,(\mathrm{tg}\,\varphi_1 - \mathrm{tg}\,\varphi_2)}{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1}$$

P_{w2} (tg $\varphi_1 - \varphi_2$) stellt nichts anderes als die zur Phasenschiebung von cos φ_1 auf cos φ_2 erforderliche Blindleistung P_c dar, d. h. die Leistung des erforderlichen Kondensators, unter der Voraussetzung, dass die totale neue Nutzlast den cos φ der ursprünglichen Belastung, d. h. cos φ_1 aufweist. Diese Voraussetzung bedeutet einfach, dass die zusätzliche Wirklast mit dem gleichen cos φ behaftet ist wie die ursprüngliche Belastung, eine Annahme, die auch bei der ersten Ableitung gemacht wurde. Es ergibt sich daher genau wie früher:

$$\frac{P_c}{\Delta P_w} = \frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1 \qquad (4)$$

Bevor näher auf die Beziehung (4) eingetreten wird, soll noch untersucht werden, wie weit das Resultat durch den Ersatz des Kreises K durch die Gerade G im Diagramm der Fig. 3 beeinflusst wird. Da es sich bei der Ableitung um die Differenzenbildung von mit Fehlern behafteten Grössen handelt, ist zu erwarten, dass der begangene Fehler nicht vernachlässigbar ist. Es wird sich jedoch zeigen, dass Gl. (4) trotzdem mit befriedigender Annäherung gilt.

Man könnte natürlich die Ableitung von vorneherein unter Verwendung des Kreises K vornehmen. Es zeigt sich aber, dass der im folgenden eingeschlagene Weg zur Fehlerabschätzung bequemer ist. Man führt einen fiktiven Fehlerstrom I_f ein, der den Charakter eines Blindstromes hat. Wenn man den zugehörigen Spannungsabfall $I_f\,X$, der den Abstand zwischen der Geraden G und dem Kreis K (siehe Fig. 3) ausfüllt, zur Summe $I_w\,R + I_B\,X$ addiert, so wird wie bei der angenäherten Methode wiederum Gleichheit des totalen Abfalles für die verschiedenen Belastungszustände hergestellt. Man liest aus der Fig. 3 direkt ab:

$$I_{w1}\,R + I_{B1}\,X + I_{f1}\,X = I_{w2}\,R + I_{B2}\,X + I_{f2}\,X$$
$$R\,(I_{w1} - I_{w2}) + X\,(I_f - I_{f1}) = X\,(I_{B1} - I_{B2})$$

oder, indem man wieder das Zeichen Δ für die Differenz einführt:

$$R \cdot \Delta I_w + X \cdot \Delta I_f = X \cdot \Delta I_B$$

$$\Delta I_B = \frac{R}{X} \cdot \Delta I_w + \Delta I_f$$

oder in Leistungen:

$$\Delta P_B = \frac{R}{X} \cdot \Delta P_w + \Delta P_f \qquad (9)$$

Da die Wirkleistung ΔP_w eine Blindleistung $\Delta P_w \cdot \mathrm{tg}\,\varphi$ mit sich bringt, die ebenfalls durch die Kondensatorleistung P_c kompensiert werden muss, so ist schliesslich:

$$P_c = \frac{R}{X} \cdot \Delta P_w + \Delta P_w \cdot \mathrm{tg}\,\varphi + \Delta P_f \qquad (10)$$

ΔP_f stellt daher eine «Fehlerleistung» dar, um die der Kondensator grösser sein muss als nach der angenäherten Berechnung gemäss Gl. (3). Es ist ferner:

$$\frac{P_c}{\Delta P_w} = \frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1 + \frac{\Delta P_f}{\Delta P_w} \qquad (11)$$

und indem man das Fehlerglied $\frac{\Delta P_f}{\Delta P_w}$ mit F bezeichnet

$$\frac{P_c}{\Delta P_w} = \frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1 + F \qquad (12)$$

Dies ist die frühere Gl. (4), ergänzt durch das Fehlerglied F. Die Berechnung von F läuft darauf hinaus, analytisch die Differenz der Strecken $I_{f2}\,X - I_{f1}\,X$ im Diagramm Fig. 3 zu ermitteln und im Maßstab der Blindströme, bzw. -leistungen auszudrücken. Man geht von der Beziehung aus:

$$X \cdot \Delta I_f = \qquad (13)$$

$$U_a\left[\sqrt{1-\left(\frac{I_{w1}X - I_{B1}R}{U_A}\right)^2} - \sqrt{1-\left(\frac{I_{w2}X - I_{B2}R}{U_A}\right)^2}\right]$$

und bringt diese Gleichung für die praktische Anwendung in die folgende Form:

$$\Delta P_f = \frac{1000\,U^2}{X} \cdot \frac{100}{100-\varepsilon} \cdot \left\{\sqrt{1-\left(\frac{P_{w1}\left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_1\right)}{\frac{1000\,U^2}{X}\cdot\frac{100}{100-\varepsilon}}\right)^2} - \sqrt{1-\left(\frac{P_{w2}\left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_2\right)}{\frac{1000\,U^2}{X}\cdot\frac{100}{100-\varepsilon}}\right)^2}\right\} \qquad (14)$$

Diese Gleichung liefert die genauen Werte der «Fehlerleistung». Für die praktisch vorkommenden Werte der Klammerausdrücke unter den Wurzelzeichen kann man mit grosser Annäherung von der Beziehung $\sqrt{1-\delta} = 1 - \frac{1}{2}\delta$ Gebrauch machen.

Bei Anwendung auf Gl. (14) muss man allerdings wegen der Differenzenbildung mit einer Verschlechterung der Näherung rechnen. Praktisch ist diese nicht bedeutend und wir verfolgen diesen Weg, um zu bequemeren Resultaten zu kommen, zumal man in Gl. (14) ein Mittel hat, die Abweichung jederzeit zu bestimmen. Man leitet auf diese Weise den folgenden Ausdruck ab:

$$\Delta P_f = \qquad (15)$$

$$\frac{X\left(1-\frac{\varepsilon}{100}\right)}{2000 \cdot U^2}\left\{\left(P_{w2} - \frac{R}{X}P_{B2}\right)^2 - \left(P_{w1} - \frac{R}{X}P_{B1}\right)^2\right\}$$

Darin ist ε der prozentuale Spannungsabfall zwischen Anfang und Ende der Leitung, auf die Endspannung bezogen, und U die Spannung in kV am Ende. Die Blindleistungen können nach den Beziehungen $P_{B1} = P_{w1}\,\mathrm{tg}\,\varphi_1$ und $P_{B2} = P_{w2}\,\mathrm{tg}\,\varphi_2$ durch die Wirkleistungen ausgedrückt werden.

Führt man weiter den Faktor f ein, welcher durch die Beziehung $P_{w2} = (1+f)\,P_{w1}$ definiert sein soll und daher ein Mass für den Gewinn an Wirkleistung darstellt, so erhält man, da $\Delta P_w = f\,P_{w1}$:

$$F = \frac{1-\frac{\varepsilon}{100}}{2000\,U^2} \cdot \frac{P_{w1}\,X}{f}\left\{(1+f)^2\left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_2\right)^2 - \left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_1\right)\right\} \qquad (16)$$

Diese Gleichung ist bequem, wenn der Faktor f bekannt ist, d. h. wenn man sich klar ist, welchen Gewinn an Wirkleistung man anstrebt. Begnügt man sich mit einer verhältnismässig ungenauen Fehlerabschätzung, so lässt sich f angenähert als Funktion von $\mathrm{tg}\,\varphi_1$ und $\mathrm{tg}\,\varphi_2$ ausdrücken, nämlich nach Gl. (7), die man schreiben kann:

$$1 + f \backsim \frac{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_1}{\frac{R}{X} + \mathrm{tg}\,\varphi_2} \qquad (17)$$

Es soll davon für den Spezialfall $\cos\varphi = 1$ Gebrauch gemacht werden. Man kann auch in Gl. (15) den prozentualen Blind-Spannungsabfall einführen, der durch die Wirkkomponente P_{w1} verursacht wird. Bezeichnet man diesen mit

$$\varepsilon_{wx} \text{ wo } \varepsilon_{wx} = \frac{X\,P_{w1}}{10\,U^2}$$

so geht Gl. (16) über in:

$$F = \frac{\varepsilon_{wx}}{100}\left(1-\frac{\varepsilon}{100}\right)\frac{1}{2f}\left\{(1+f)^2\left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_2\right)^2 - \left(1-\frac{R}{X}\mathrm{tg}\,\varphi_1\right)^2\right\} \qquad (18)$$

welche Form zur Fehlerberechnung am bequemsten sein dürfte.

Um einen anschaulichen Begriff von der Grössenordnung des Fehlergliedes F zu erhalten, soll der Spezialfall der Phasenschiebung auf $\cos\varphi_2 = 1$, ($\mathrm{tg}\,\varphi_2 \doteq 0$) betrachtet werden, der in den meisten Fällen den maximalen Fehler ergibt, wie man leicht aus Fig. 3 ersieht. Für diesen Fall ist:

$$F = \frac{\varepsilon_{ax}}{100}\left(1 - \frac{\varepsilon}{100}\right)$$

$$\left[1 + \frac{1}{2}\frac{X}{R}\operatorname{tg}\varphi_1 + \left(\frac{R}{X}\right)^2\left(1 - \frac{1}{2}\frac{R}{X}\operatorname{tg}\varphi_1\right)\right] \quad (19)$$

Der Ausdruck in der eckigen Klammer, der mit α bezeichnet sei, ist in Fig. 5 als Funktion von $\frac{R}{X}$ und $\cos\varphi_1$ dargestellt und man erhält daher F einfach durch Einsetzen von α aus Fig. 5 in:

$$F = \frac{\varepsilon_{ax}}{100}\left(1 - \frac{\varepsilon}{100}\right)\cdot\alpha \quad (20)$$

Dass α für $\frac{R}{X} = 1$ für alle $\cos\varphi_1$ den gleichen Wert annimmt, ist nicht streng richtig, sondern eine Folge der stufenweisen Vereinfachungen, die in der Ableitung vorgenommen wurden. Nichtsdestoweniger liefert Fig. 5 eine praktisch brauchbare Fehlerabschäztung.

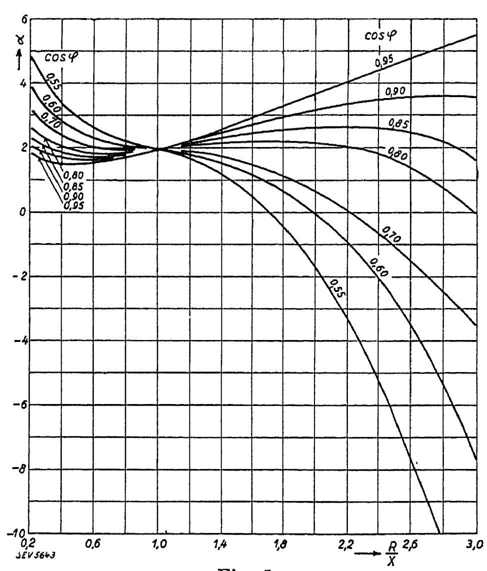


Fig. 5.
Koeffizient α zur Berechnung des Fehlergliedes für den Fall der Phasenschiebung auf $\cos\varphi_2 = 1$ (Gleichungen 19 und 20). $\cos\varphi_1$ *vor* Phasenschiebung (nacheilend).

Das folgende der Praxis entnommene *Beispiel* soll einen Begriff von der Grösse des Fehlergliedes und die Näherung durch die verschiedenen angeführten Fehlerformeln geben:

$P_w = 1400$ kW, $\cos\varphi_1 = 0{,}88$, $\operatorname{tg}\varphi_1 = 0{,}54$
$R = 1$ Ohm, $X = 2$ Ohm, $U = 4{,}15$ kV

a) Phasenschiebung auf $\cos\varphi = 0{,}97$ ($\operatorname{tg}\varphi_2 = 0{,}25$)
Fehlerglied nach Gl. (14) $F = 0{,}193$ (genau)
do. Gl. (15) $F = 0{,}175$ (angenähert)

b) Phasenschiebung auf $\cos\varphi = 1{,}00$ ($\operatorname{tg}\varphi_2 = 0$)
Fehlerglied nach Gl. (14) $F = 0{,}255$ (genau)
do. Gl. (19) $F = 0{,}24$ (angenähert)
(α-Wert aus der Kurve Fig. 5)

Nach Gl. (4) ergibt sich unabhängig vom $\cos\varphi_2$

$$\frac{\Delta P_c}{\Delta P_w} = 0{,}50 + 0{,}54 = 1{,}04$$

als angenäherter Wert. Unter Berücksichtigung der obigen Werte für das Fehlerglied folgen als genauere Werte von $\frac{\Delta P_c}{\Delta P_w}$:

für Phasenschiebung auf $\cos\varphi_2 = 0{,}97$: 1,23 bzw. 1,22
» » » $\cos\varphi_2 = 1{,}00$: 1,30 bzw. 1,28

Der relative Fehler ist also nicht unbeträchtlich.

Ganz allgemein gilt, dass die Beziehungen (4) und in geringerem Masse auch (2) für den Bereich der Variabeln, der praktisch in Frage kommt, auch ohne Berücksichtigung des Fehlergliedes brauchbare Werte liefert. Die Berechnung des Fehlergliedes nach Gl. (18) ist jedoch zur Kontrolle und Korrektion empfohlen.

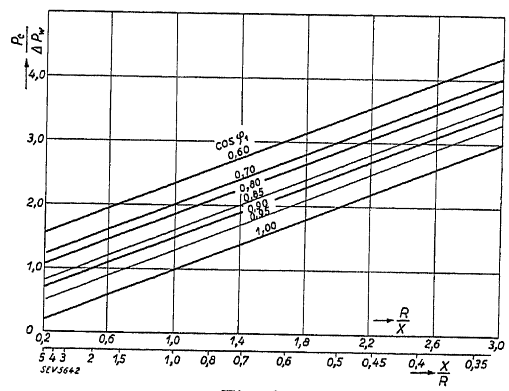


Fig. 6.
Verhältnis der Kondensatorleistung zum Gewinn an Wirkleistung in Funktion des Verhältnisses des Wirk- und Blindwiderstandes der Leitung und des $\cos\varphi$ vor Phasenschiebung (Gleichung 4).
P_c Kondensatorleistung (kVar).
ΔP_w Gewinn an Wirkleistung (kW).
$\cos\varphi_1$ *vor* Phasenschiebung (nacheilend).

Gl. (4) ist in Fig. 6 dargestellt. Da es in der Praxis der Leitungsberechnung üblich ist, mit dem Verhältnis $\frac{X}{R}$ statt $\frac{R}{X}$ zu rechnen, und da weiter der Gewinn an Wirkleistung bezogen auf die erforderliche Kondensatorenleistung interessanter ist als das reziproke dieses Verhältnisses, ist Gl. (4) in reziproker Form, d. h.

$$\frac{\Delta P_w}{P_c} = \frac{\frac{X}{R}}{1 + \frac{X}{R}\operatorname{tg}\varphi_1} \quad (21)$$

in Fig. 7 dargestellt. Um die Anwendung zu erleichtern, sind noch in Fig. 8 die Werte von $\frac{x}{r}$ für die verschiedenen Leiterquerschnitte und -abstände dargestellt. x und r bezeichnen dabei Blind- bzw. Wirkwiderstand in Ohm/km. Besitzt die ganze Leitung gleichen Querschnitt und gleiche Abstände, so ist $\frac{x}{r} = \frac{X}{R}$, andernfalls sind R und X einzeln aus den Teilstrecken zu berechnen. Es können dabei sinngemäss auch die entsprechenden Beiträge von Auf- und Abspannungstransformatoren im Leitungszuge einbezogen werden, wenn solche in Frage kommen.

Sieht man von der Verfeinerung durch Einführung des Fehlergliedes ab, so lassen sich aus den bisherigen Betrachtungen die folgenden Schlussfolgerungen ziehen, die grosse praktische Tragweite besitzen.

1. Vermindert man bei gleichbleibendem Spannungsabfall die übertragene Blindleistung um einen Betrag P_c (Leistung der angeschlossenen Kondensatoren), so kann die Wirkleistung um einen Betrag ΔP_w vermehrt werden, welcher gemäss der Beziehung (2) einzig vom Verhältnis der Leitungskonstanten abhängt, dagegen vom cos φ vor und nach der Phasenschiebung unabhängig ist.

2. Besitzt die zusätzliche Nutzlast ausser der Wirkkomponente ΔP_w auch noch eine Blindkomponente, nach cos φ_1 der Belastung vor der Phasenschiebung, so ist die Vermehrung der übertragbaren Wirkleistung, gleichbleibenden Spannungsabfall vorausgesetzt, pro kVar örtlich gelieferter Blindleistung gemäss Gl. (2) und (4) nur abhängig von den Leitungskonstanten und vom cos φ_1 v o r der Phasenschiebung, dagegen unabhängig vom cos φ_2 n a c h der Phasenschiebung.

3. Unter den in Ziffer 2 gemachten Voraussetzungen ist der Gewinn an Wirkleistung pro kVar örtlich gelieferter Blindleistung um so grösser, je höher der anfängliche cos φ, d. h. der cos φ v o r Phasenschiebung, und je grösser das Verhältnis von Blind- und Wirkwiderstand, d. h. je grösser der Querschnitt der Drähte und ihr Abstand ist.

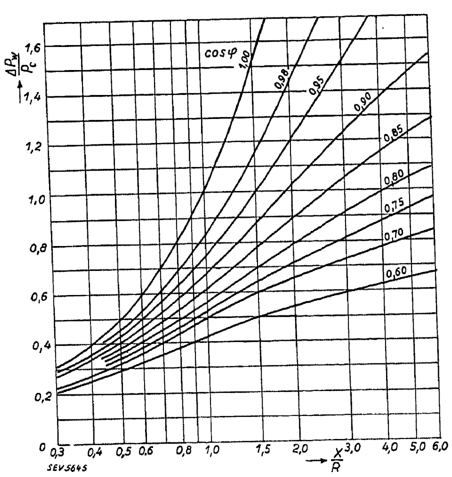


Fig. 7.
Verhältnis des Gewinnes an Wirkleistung zur Kondensatorleistung in Funktion des Verhältnisses von Blind- und Wirkwiderstand und des Leistungsfaktors v o r Phasenschiebung.
ΔP_w Gewinn an Wirkleistung (kW).
P_c Kondensatorleistung (kVar).
cos φ_1 *vor* Phasenschiebung (nacheilend).

Vom Standpunkte konstanten Spannungsabfalles aus gesehen gelangt man daher zu Resultaten, welche denjenigen, die man vom üblichen Gesichtspunkt der konstanten Strombelastung aus erhält, entgegengesetzt sind.

Die gesamte mögliche Erhöhung der Wirkleistungs-Uebertragungsfähigkeit wird natürlich durch die zulässige Strombelastung des Leiters begrenzt. Eine weitere Grenze liegt in der Spannungserhöhung bei geringer Belastung, z. B. nachts, wenn man die Kondensatoren ständig an der Leitung lässt. In diesem Falle wird man die gesamte Kondensatorenleistung so bemessen, dass sie die Grundbelastung an Blindleistung, die sich im wesentlichen aus den Erregerströmen der angeschlossenen Transformatoren zusammensetzt, nicht wesentlich über-

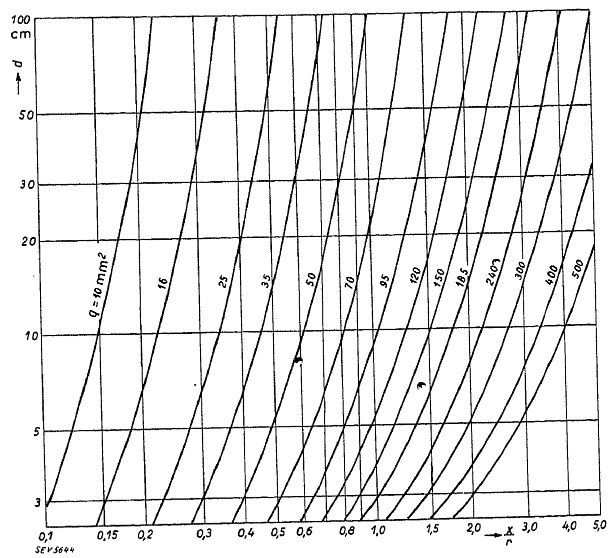


Fig. 8.
Verhältnis des Blindwiderstandes zum Wirkwiderstand einer Leitung in Funktion des Leiterquerschnitts q und Drahtabstandes d für Kupferleitung bei 25° C und 50 Per./s
(für ungleiche Drahtabstände ist für d der Wert $d = \sqrt[3]{d_1\ d_2\ d_3}$ zu verwenden).

steigt. Auch mit dieser Beschränkung zeigt sich in ausgeführten Anlagen, dass eine Erhöhung der Nutzleistung um 30 bis 40 % im Bereich des Möglichen liegt.

Es sei hier erwähnt, dass die *Spannungsänderung*, d. h. die Spannungsdifferenz zwischen Vollast und Minimallast durch den Anschluss der Kondensatoren *nicht merklich beeinflusst* wird, wenn es sich um dauernd angeschlossene Kondensatoren handelt. Werden die Kondensatoren dagegen nach Massgabe des Blindleistungsbedarfes zu- und abgeschaltet, so lässt sich auch die Spannungsänderung im gewünschten Sinne beeinflussen. Zum Verständnis dieser Betrachtungen ist es aber wichtig, dass man Spannungsabfall, der eine Funktion des Ortes ist, und mit dem wir uns hauptsächlich beschäftigt haben, und Spannungsänderung, die einem bestimmten Punkte der Leitung zugeordnet eine Funktion der Belastung darstellt, streng auseinanderhält.

Die praktische Anwendung der abgeleiteten Resultate erstreckt sich in erster Linie auf den eingangs der Problemstellung zugrunde gelegten Fall, der sich etwa wie folgt charakterisieren lässt. Eine bestehende Leitung, die an ihrer ganzen Länge angezapft ist, hat die Grenze der Belastbarkeit vom Standpunkt des Spannungsabfalles bei Spitzenlast erreicht. Was die Spannungsänderung anbetrifft,

wird diese durch Regulierung am Leitungsanfang in den vorgeschriebenen Grenzen gehalten. Um neue Abnehmer beliefern zu können, müsste eine zweite Leitung verlegt werden. Hier setzt unsere Untersuchung ein, die zeigt, dass durch Anschluss von Kondensatoren, d. h. örtliche Blindleistungslieferung, ein u. U. ganz erheblicher Betrag von Mehrleistung übertragbar wird ohne Vergrösserung des Spannungsabfalles, so dass sich der Bau einer zweiten Leitung hinausschieben lässt.

Auf konkrete Fälle angewandt zeigt sich, dass bei den heute üblichen Preisen für statische Kondensatoren deren Verwendung im untersuchten Sinne vielfach sehr rentabel ist. Für eine Leitung von 95 mm² Querschnitt und 35 cm Abstand der Drähte und einem cos φ_1 der Belastung von 85 % gewinnt man z. B. 0,78 kW pro kVar Kondensatorleistung. 1 kW Nutzleistung kostet damit also heute etwa 30 bis 40 Fr., je nach Spannung. Daneben ergeben sich noch alle die Ersparnisse zufolge Einsparung an Kupferverlusten in Leitungen und Transformatoren usw., die hier ganz ausser acht gelassen wurden und die in der Praxis der Phasenverbesserung zur Genüge bekannt sind.

Gegenüber andern Mitteln, mit denen sich der Spannungsabfall bekämpfen lässt, wie etwa Induktionsreglern auf der Strecke, hat die Verwendung von Kondensatoren noch den folgenden betriebstechnisch wichtigen Vorteil: Wenn die Richtung des Energieflusses aus irgendeinem Grunde, z. B. zufolge Abtrennung einer fehlerhaften Strecke und Speisung vom andern Ende, umkehrt, wird der Induktionsregler falsch wirken, es sei denn, dass spezielle Relais und Schalter vorgesehen sind, welche Massnahme jedoch den Kostenpunkt noch mehr zugunsten der Kondensatoren verschieben würde. Im Gegensatz dazu wirken die Kondensatoren unabhängig vom Schaltzustand immer im richtigen Sinne, sofern sie dem Blindleistungsbedarf entsprechend im Netze verteilt sind.

Le réglage des conducteurs et le montage des chaînes d'isolateurs des lignes aériennes en profil très accidenté.

Par *Bernard Jobin*, Bâle.

621.315.17

Dans un article fortement documenté, paru dans le Bull. ASE, 1936, Nos. 2 et 3, M. E. Maurer a rappelé d'une manière très heureuse toutes les notions fondamentales nécessaires pour le calcul mécanique des lignes aériennes. Dans un chapitre spécial (voir cet article, annexe I, chapitre 5), il examine les conditions particulières des lignes montées sur chaînes d'isolateurs de suspension en admettant que dans les portées successives d'un même tronçon de ligne, les conducteurs décrivent des chaînettes ayant même paramètre. Cette hypothèse est admissible dans la très grande majorité des cas, mais il est des conditions particulières, celles des lignes en montagne en particulier, où cette hypothèse peut conduire à des divergences appréciables entre le calcul et la réalité. C'est ce problème qui fait l'objet de l'article qu'on va lire [1].

In einem im Bull. SEV 1936, Nrn. 2 und 3, erschienenen Aufsatz hat E. Maurer in sehr glücklicher Art die Grundbegriffe der mechanischen Berechnung der Freileitungen zusammengestellt. In einem besonderen Abschnitt (siehe Anhang I, Kapitel 5) behandelt er die Frage des Zustandes der Freileitungen mit Hängeketten und setzt für seine Ueberlegungen voraus, dass die Parameter der durch die Leiter beschriebenen Kettenlinien sämtlicher Spannweiten einer Leitungsstrecke gleich gross sind. Diese Hypothese trifft für den allergrössten Teil der Fälle zu, kann aber unter gewissen Verhältnissen, z. B. bei steilen Bergstrecken, zu grösseren Differenzen zwischen Berechnung und Wirklichkeit führen. Diese Frage wird in dem folgenden Aufsatz behandelt [1].

1° Introduction.

Pour les calculs mécaniques des conducteurs des lignes à haute tension, et en particulier pour la préparation des tableaux de réglage des flèches, on admet généralement que les paramètres des chaînettes des diverses portées d'un même canton de pose sont égaux [2]. Or, si cette hypothèse est légitime dans la très grande majorité des cas, il existe cependant des conditions particulières, où elle est nettement inapplicable, où elle conduit même à des divergences inadmissibles entre le calcul et la réalité. Les conditions spéciales sont celles des tronçons de lignes à profil très accidenté qui sont assez fréquents dans nos régions de montagnes. Là, au moment du déroulage et du réglage des conducteurs sur poulies, on peut constater, sous l'effet du poids propre du conducteur, une augmentation systématique de la tension mécanique, lorsque l'on passe des portées inférieures aux portées supérieures d'un tronçon. Ceci revient à dire que le paramètre des chaînettes tracées par les conducteurs varie d'une portée à l'autre et qu'il est plus grand au sommet des pentes qu'à leur base. Cette variation du paramètre pose, au point de vue du réglage des conducteurs, un problème spécial que nous nous proposons de traiter brièvement. Nous citerons d'ailleurs, ci-après, un cas concret, où la portée la plus élevée d'un tronçon accuse un paramètre de chaînette environ 100 % supérieur à celui de la portée inférieure. Suivant la manière dont le réglage des conducteurs est réalisé, la fatigue des conducteurs peut, dans un cas semblable, atteindre des valeurs inadmissibles.

Pour ce qui va suivre, nous admettrons la même notation que celle fixée par M. Maurer dans l'article déjà cité. Nous y apporterons cependant un petit complément en désignant par les indices «i» et «s» les caractéristiques aux points inférieur et supérieur

[1] Cette même matière a été développée, par l'auteur, d'une manière plus complète dans un rapport présenté à la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension, session de Juin 1933 à Paris. Voir compte rendu, volume II, rapport No. 39.

[2] C'est notamment l'hypothèse faite par M. E. Maurer dans son article «Le calcul mécanique des lignes aériennes», Bull. ASE 1936, No. 3, page 67, paragraphe 5 c.

d'une même portée, les indices numériques 1, 2 ... étant réservés pour désigner l'ordre de succession des portées; ainsi, p_{i2} est la fatigue du conducteur au point d'attache inférieur de la portée 2. Nous raisonnerons sur les fatigues (efforts spécifiques) et non sur les efforts de tension totaux. Ces deux grandeurs sont d'ailleurs rigoureusement proportionnelles, le facteur de proportionnalité étant la section du conducteur.

2° Etude de la variation du paramètre.

Considérons trois points A, B et C (fig. 1) délimitant deux portées inclinées 1 et 2 et admettons que les paramètres des deux chaînettes tracées par

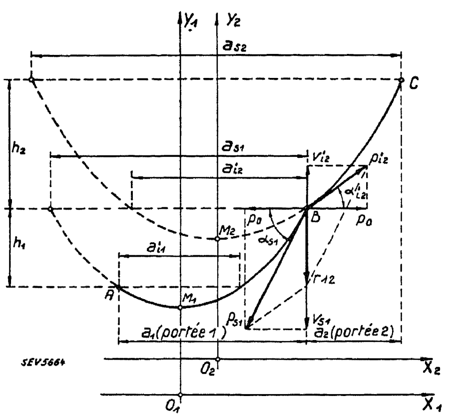


Fig. 1.

les conducteurs sont identiques. Les composantes horizontales p_0 des efforts des conducteurs au droit de l'appui B sont donc égales et de sens contraires, de sorte que la résultante de ces efforts est verticale. Etant donné que le conducteur exerce un effort sur l'appui, les inclinaisons des fatigues p_{s1} et p_{i2} sur l'horizontale sont différentes, de sorte que l'égalité des composantes horizontales entraîne l'inégalité des fatigues elles-mêmes. On peut d'ailleurs facilement montrer que lorsque le conducteur est porté par l'appui, on a toujours:

$$\alpha_{i2} < \alpha_{s1}, \text{ c'est-à-dire: } p_{i2} < p_{s1}.$$

Si ces conditions devaient être réalisées au moment du réglage des conducteurs, lorsque ceux-ci se trouvent sur poulies, les conditions d'équilibre à satisfaire au point B seraient celles représentées sur la fig. 2. Etant donnée l'inégalité des efforts tangentiels p_{i2} et p_{s1}, la résultante verticale r_{12} ne peut pas passer par le centre de rotation de la poulie, de sorte que celle-ci sera en équilibre instable, à moins que l'on ne prenne la précaution de la bloquer sur son axe, une fois que les conditions d'équilibre imposées auront été réalisées. Ceci fait, le câble aura cependant tendance à glisser dans la gorge de la poulie, de sorte qu'il sera encore nécessaire de le fixer sur la poulie à l'aide d'un dispositif adéquat. Or, les poulies, dont on fait normalement usage pour le réglage des conducteurs, ne sont pas pourvues de ces dispositifs particuliers; elles peuvent être considérées comme tournant folles sur leur axe, ce qui modifie complètement les conditions d'équilibre. Cet équilibre ne sera stable que si la résultante r_{12} des efforts extérieurs passe par le centre de la poulie. Or, si nous négligeons les frottements et les phénomènes secondaires provenant de la rigidité propre du conducteur, les seuls efforts extérieurs à prendre en considération sont p_{i2} et p_{s1}. Comme ceux-ci sont tangentiels à la poulie, leur résultante ne pourra passer par le centre de rotation que s'ils sont égaux (fig. 3), c'est-à-dire:

$$p_{i2} = p_{s1}.$$

Mais, comme nous l'avons déjà relevé, pour que la poulie porte le conducteur, il faut que l'inclinaison α_{i2} de p_{i2} sur l'horizontale soit toujours plus petite que l'inclinaison α_{s1} de p_{s1}. Comme p_{i2} et p_{s1} sont égaux, la composante horizontale de p_{i2} sera plus grande que celle de p_{s1}, donc:

$$p_{02} > p_{01}$$

d'où nous concluons que *la portée amont sera toujours plus tendue que la portée aval.* Ceci entraîne l'inégalité des paramètres des chaînettes, soit:

$$c_2 > c_1.$$

L'attache de la poulie ne sera pas verticale, mais orientée suivant la bissectrice de l'angle formé par les deux efforts dans les conducteurs. Ces conditions ressortent clairement de la fig. 3.

En faisant le raisonnement concernant l'inégalité des paramètres, de proche en proche, en remontant la pente d'un tronçon de ligne, on constate que l'on rencontrera des portées de plus en plus tendues; cette augmentation ne pourra être interrompue que par une contre-pente ou un amarrage des conducteurs.

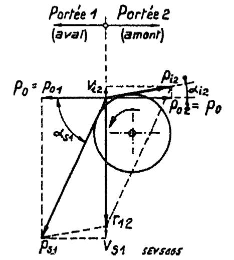


Fig. 2.
Equilibre instable d'une poulie libre:
$p_{01} = p_{02} = p_0$

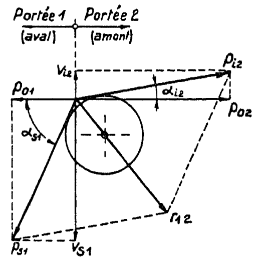


Fig. 3.
Equilibre stable d'une poulie libre:
$p_{s1} = p_{i2}$

D'après la théorie générale de la chaînette [3]) la différence entre les fatigues aux points supérieur et inférieur d'une même portée peut s'écrire:

$$p_s - p_i = \gamma\,(y_s - y_i) = \gamma\, h$$

qui peut se mettre sous la forme:

$$p_s = p_i + \gamma\, h.$$

Si nous considérons une série de portées numérotées de 1 à n, le long d'un profil accidenté quel-

[3]) Voir E. Maurer, loc. cit. Bull. ASE 1936, No 2, page 48, formules 10*) et 11*).

conque, la portée No. 1 étant au bas de la pente (fig. 4), nous aurons:

$$\begin{aligned} p_{s1} &= p_{is} + \gamma\, h_1 \\ p_{s2} &= p_{i2} + \gamma\, h_2 \\ &\ldots\ldots\ldots \\ p_{sn} &= p_{in} + \gamma\, h_n \end{aligned}$$

En tenant compte que:

$$p_{s1} = p_{i2};\ p_{s2} = p_{i3};\ p_{s3} = p_{i4} \cdots p_{s\,(n-1)} = p_{in}$$

on trouve finalement par addition:

$$\begin{aligned} p_{sn} &= p_{i1} + \gamma\,(h_1 + h_2 + \ldots + h_n) \\ &= p_{i1} + \gamma \sum h_n \end{aligned}$$

Si l'on part d'une portée quelconque k, on pourra écrire par analogie:

$$p_{sn} = p_{ik} + \gamma \sum_k^n h_n$$

Les hauteurs h auront des valeurs positives pour les portées montantes, et négatives pour les portées

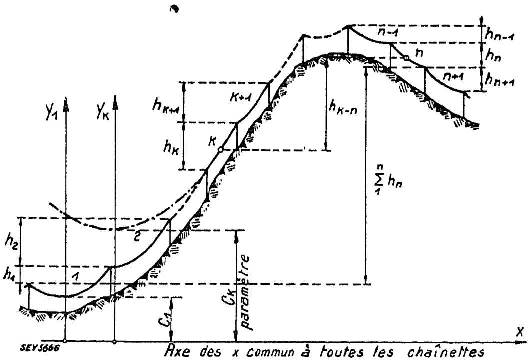


Fig. 4.

descendantes, le sens de marche étant choisi de k vers n. $\sum_k^n h_n$ est ainsi la somme d'une série de termes positifs ou négatifs se suivant dans un ordre quelconque.

On voit ainsi que l'on peut calculer la fatigue aux points supérieur ou inférieur d'une portée quelconque d'un tronçon de ligne, monté sur poulies, dès que le régime d'une seule portée est déterminé et ceci, sans connaître le régime des portées intermédiaires. D'une manière plus générale, nous pouvons énoncer la loi suivante (voir fig. 4): *lorsqu'un conducteur est réglé sur poulies tournant librement sur leur axe, la différence des fatigues entre deux points quelconques k et n, appartenant à des portées différentes, est égale au poids d'un tronçon de conducteur de section unité et de même poids spécifique, ayant une longueur égale à la différence de niveau h_{kn} entre ces deux points. Cette différence sera comptée positivement, si l'on part du point k plus bas que le point n, négativement dans le cas contraire.*

Connaissant la fatigue du conducteur au point supérieur ou au point inférieur d'une portée donnée, il sera aisé d'en déduire le régime de tension de la portée par l'une des nombreuses méthodes que l'on trouvera dans la littérature [4]).

La propriété de la chaînette rappelée plus haut [5]) peut aussi s'exprimer sous la forme:

$$p = \gamma\, y$$

où y représente l'ordonnée d'un point quelconque de la chaînette. Or, si nous appliquons ce principe au droit d'une poulie, le point de contact du conducteur étant considéré successivement comme appui supérieur de la portée aval et comme appui inférieur de la portée amont, nous pourrons écrire (voir fig. 3):

$$\begin{aligned} p_{s1} &= \gamma\, y_{s1} \\ p_{i2} &= \gamma\, y_{i2} \end{aligned} \quad p_{s1} = p_{i2}$$

d'où nous concluons:

$$y_{s1} = y_{i2}$$

ce qui, en d'autres termes, signifie que les deux chaînettes considérées se rapportent au même axe des abscisses. En généralisant la démonstration, on arrive donc à la conclusion que: *lorsqu'un conducteur repose sur poulies jouant sans frottement, les différentes chaînettes tracées par le conducteur dans les diverses portées se rapportent toutes à un même axe des abscisses qui est en quelque sorte un axe de référence invariable pour le tronçon de ligne considéré* (voir (fig. 4).

Cette propriété assez originale est d'ailleurs d'une portée tout à fait générale, car dans notre démonstration, la pente de la ligne proprement dite n'in-

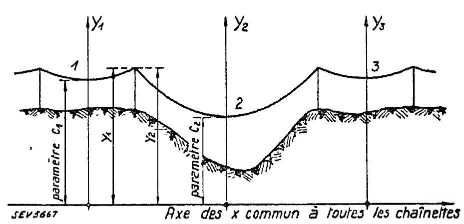


Fig. 5.

tervient en aucune façon. Notre conclusion est donc aussi valable en terrain plat et prendra une certaine importance en cas de succession de portées très inégales, comme le montre la fig. 5.

3° Application à un cas pratique.

Nous avons eu l'occasion de construire dans nos Alpes Suisses, une ligne [6]) dont un tronçon présentait des déclivités telles qu'il fut inévitable de calculer individuellement le régime de chaque portée. Le profil en long du tronçon qui nous intéresse fait l'objet de la fig. 6. La ligne franchit, à une altitude de 1430 m, une chaîne de montagne séparant deux vallées sensiblement parallèles qui se trouvent respectivement aux altitudes de 700 m et de 460 m. La

[4]) Voir en particulier E. Maurer loc. cit. Bull. ASE 1936, No. 2, page 43, formule (3), ainsi que la méthode développée dans le Bull. ASE 1936, No. 3, pages 65 et 66.

[5]) Voir la note [3]) ci-dessus.

[6]) Voir Bull. techn. Suisse Romande 1934, No. 12, p. 136.

longueur du profil entre ces deux vallées est de 3700 m seulement. La portée No. 12 présente les conditions les plus dures; différence de niveau 311 m, projection horizontale 363 m. Pour se rendre un compte exact des conditions de réglage de ce tronçon, il est important de relever qu'entre les deux points d'amarrage A et B, de part et d'autre de la montagne, tous les pylônes sont des supports d'alignement avec chaînes de suspension ordinaires.

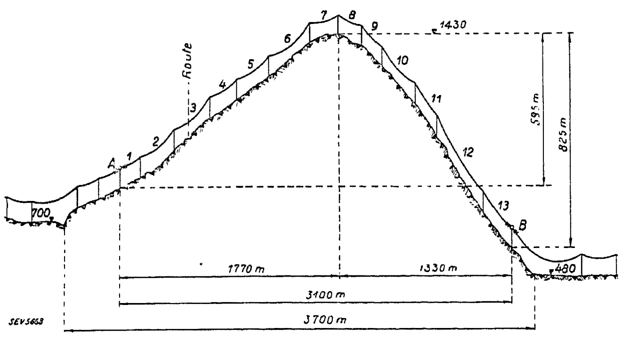


Fig. 6.

Pour les conditions de pose, à 15° C, les variations de paramètre sont reportées dans le tableau I, qui donne également les caractéristiques géométriques de chaque portée.

Tableau I.

No. des portées	Longueur a	Dénivelation h	Pente $\lambda = \frac{h}{a}$	Paramètre à 15° C c	Flèches à 15° C calculées f	mesurées f
No.	m	m		m	m	m
1	142	35,4	0,249	1 140		
2	284	108,0	0,380	1 158		
3	294	126,8	0,432	1 241	8,71	8,60
4	228	69,2	0,305	1 398		
5	247	90,6	0,367	1 431		
6	329	138,2	0,420	1 515		
7	231	25,9	0,112	1 705	3,92	3,80
8	167	−39,4	0,236	1 670		
9	166	−85,6	0,516	1 492		
10	257	−149,7	0,583	1 335		
11	164	−125,3	0,765	1 092		
12	363	−311,8	0,853	890	18,50	18,50
13	213	−140,0	0,658	802		

On constate, entre les portées 13 et 7, une variation de paramètre plus grande que 100 %; il en ressort d'une manière évidente qu'un calcul basé sur l'égalité des paramètres de chaînette est totalement inapplicable.

L'étude du tronçon a montré que les conditions les plus défavorables de hauteur des conducteurs audessus du sol se présentaient dans la portée 3, pour une traversée de route, et à la partie supérieure de la portée 12, par suite du relief du terrain. Comme les portées supérieures sont très tendues, on a cherché, pour les portées inférieures, le régime le plus détendu possible, mais encore compatible avec les hauteurs prescrites. Ces conditions ont été appliquées à la portée 12, en vérifiant le taux de travail du conducteur au point d'attache supérieur en cas de surcharge. Une fois le régime de $c = 890$ m adopté pour les conditions de pose, tout le tronçon entre les points A et B se trouvait déterminé.

Pour le réglage des conducteurs, on disposait au point B d'une équipe pour la manœuvre d'un treuil et qui était reliée par un téléphone de campagne à un poste de commandement disposé dans la partie supérieure de la portée 12, au point où la distance entre conducteur et terrain est minimum. Une équipe d'observation se trouvait dans la portée 3 et avait pour mission de mesurer la flèche du conducteur et de vérifier que l'on avait bien la hauteur prescrite au-dessus de la route; cette équipe était également reliée par téléphone, au poste de commandement.

La température étant voisine de 15° C, on a réalisé dans la portée 12 la flèche calculée de $f =$ 18,50 m et vérifié que les conditions de la portée 3 répondaient bien aux prévisions du calcul. On a, de plus, contrôlé la flèche de la portée 7, au sommet de la montagne, qui est aussi la portée la plus tendue. On trouve, dans le tableau I, les valeurs calculées et mesurées pour ces différentes flèches. Les écarts entre ces chiffres sont admissibles, si l'on considère que les flèches ont été mesurées par la méthode ordinaire, soit par visée à la jumelle, à l'aide de lattes et que, d'autre part, nous n'avons pas tenu compte, dans nos calculs, du frottement des poulies, qui joue un certain rôle, particulièrement dans les régions supérieures du tracé, où le poids des conducteurs commence à devenir très appréciable.

Avant de donner son régime définitif à la portée 12, nous avons réalisé, en vue d'un contrôle, un régime plus tendu et un moins tendu, qui nous ont permis de vérifier une concordance satisfaisante entre le calcul et la réalité.

4° Montage des chaînes d'isolateurs.

Nous avons montré au paragraphe 2 que, par suite du très faible frottement, la fatigue des conducteurs ne peut subir aucune discontinuité au droit d'un point d'appui sur poulie, ce qui entraîne la variation du paramètre de chaînette, d'une portée à l'autre, en profil incliné. En cas de suspension par une chaîne d'isolateurs, les conditions d'équilibre se présentent d'une manière tout autre, car le serrage des conducteurs dans les pinces de suspension introduit un facteur de frottement qui rend un état d'équilibre possible, alors même que les fatigues des conducteurs sont différentes à l'entrée et à la sortie de la pince. Ce frottement a également pour conséquence de lier rigidement la chaîne d'isolateur au conducteur, de sorte qu'ils ne peuvent pas se mouvoir indépendamment l'un de l'autre; tout déplacement de la chaîne entraînera une modification du degré de tension des conducteurs et réciproquement.

Si, lors du montage des chaînes d'isolateurs, on renonce à les avoir verticales, le travail sera relativement simplifié. Il suffira en effet de placer les pinces de suspension à l'endroit exact où le conducteur repose sur la poulie; les chaînes s'oriente-

ront suivant la direction de la résultante des forces exercées par les conducteurs, c'est-à-dire, suivant la bissectrice de l'angle de ces forces, dont la direction est très sensiblement perpendiculaire à la ligne générale du terrain. En réalité, on n'arrivera pas à faire ce montage sans apporter quelques perturbations au réglage des conducteurs, car les isolateurs ont un poids propre qui, étant donné leur inclinaison, exerce, par rapport au point d'attache, un moment qui ne peut être compensé que par un léger déséquilibre des fatigues p_{s1} et p_{i2}. Il faudrait de

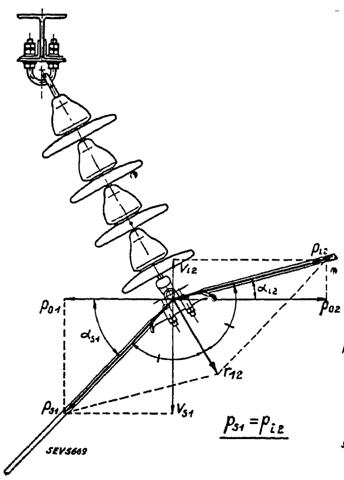


Fig. 7.

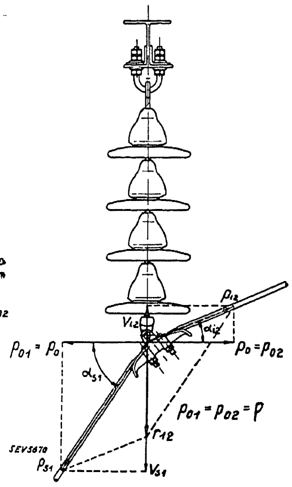


Fig. 8.

même que la longueur des chaînes corresponde exactement à celle des attaches des poulies, ce qui n'est pas toujours le cas. Ces conditions d'équilibre font l'objet de la fig. 7.

Normalement, on cherche plutôt à avoir des chaînes d'isolateurs verticales, ceci, non seulement pour réduire ou supprimer une sollicitation constante des supports d'alignement dans le sens de la ligne, mais aussi, pour une simple question de coup d'œil. Si les chaînes sont verticales, cela veut dire que la résultante des forces exercées par les conducteurs l'est aussi, donc, que les composantes horizontales de ces forces, de part et d'autre des pinces, sont égales et de sens inverse, ce qui entraîne l'égalité des paramètres des chaînettes des portées adjacentes. Ces conditions d'équilibre sont précisées par la fig. 8. Nous constatons qu'il existe donc une certaine opposition entre l'état des conducteurs lorsqu'ils reposent sur poulies ou lorsqu'ils sont suspendus à des chaînes d'isolateurs verticales. Dans le premier cas, les paramètres des chaînettes varient d'une portée à l'autre, dans le second cas, ils doivent au contraire être tous égaux entre eux. On conçoit dès lors que le montage des isolateurs présentera d'assez grandes difficultés, car, si les conditions de verticalité doivent être respectées, il sera nécessaire de modifier la tension des conducteurs au fur et à mesure du montage. On arrivera assez facilement à mettre les premières chaînes verticales, mais leur réglage sera bouleversé lors du montage des suivantes. Ce n'est que par des tâtonnements successifs que l'on arrivera à obtenir une position à peu près satisfaisante des isolateurs. Le montage des chaînes est illustré schématiquement par la fig. 9.

Le conducteur repose en B sur une poulie dont l'attache AB est orientée suivant la direction de la résultante des forces. Si l'on veut placer une chaîne verticalement, sa pince devra être montée sur le câble légèrement à l'aval de la verticale passant par le point de suspension, en C par exemple. Suivant la longueur relative de l'attache de la poulie et de la chaîne d'isolateur, la pince, une fois serrée sur le conducteur, ne pourra être accrochée à la chaîne qu'en soulevant ou en abaissant légèrement le point C. Si nous admettons que ce petit déplacement ne modifie pas sensiblement le réglage des deux portées, la chaîne orientée suivant AC sera soumise, à son extrémité, à une force dirigée suivant une parallèle à AB. Elle ne peut donc se trouver en équilibre et dès qu'on l'abandonnera à elle-même, elle sera entraînée côté montagne, avec le conducteur, ce qui augmentera la tension dans la portée aval et diminuera celle de la portée amont. Les paramètres des deux chaînettes varieront donc en se rapprochant d'une valeur commune. Si le point C est choisi judicieusement, la chaîne trouvera une position d'équilibre sensiblement verticale; pratiquement, il serait préférable que l'équilibre fût réalisé avant d'arriver dans la verticale, car, lorsque l'on montera la chaîne suivante, que nous supposons au point supérieur de la portée amont, celle-ci se tendra à nouveau par suite d'un phénomène analogue, ce qui se répercutera sur la position de la chaîne précédente, en l'entraînant un peu plus côté montagne.

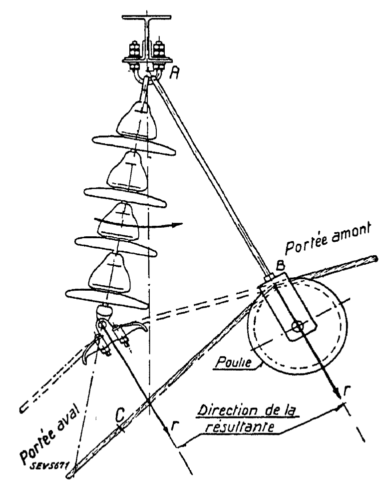


Fig. 9.

Pour un cas semblable à celui que nous avons décrit au paragraphe 3 (fig. 6), le montage des chaînes d'isolateurs peut se faire, dans les meilleures conditions, en commençant le travail simultanément en A et B, au pied de la montagne, et en réglant l'avancement des équipes, de manière à ce qu'elles arrivent en même temps au sommet. Si l'on ne dispose que d'une seule équipe, elle commencera également au bas d'une pente jusqu'à parvenir au som-

met, puis elle reprendra son travail de l'autre côté, pour travailler toujours en montant.

En définitive, il ne peut être question d'obtenir une verticalité parfaite des chaînes, mais plus on s'en approchera, plus il sera possible de réduire l'écart de tension entre les portées du bas et celles du haut.

La position des premières chaînes d'isolateurs peut, à la rigueur, être déterminée par le calcul, mais au fur et à mesure que l'on passe aux portées suivantes, les calculs deviennent extrêmement complexes, au point qu'ils ne présentent plus un très grand intérêt pratique. Il faudrait, en effet, tenir compte simultanément des modifications du réglage du conducteur sur poulie que l'on a devant soi, et des variations de tension positives ou négatives des portées déjà suspendues aux isolateurs. La difficulté se trouve encore augmentée du fait que les paramètres de chaînette varient d'une portée à l'autre et que le nombre de ces portées comprises entre deux amarrages est souvent assez élevé.

L'inclinaison des chaînes d'isolateurs sera aussi fortement influencée par les changements d'état des conducteurs. Les petites portées se trouvent au sommet de la montagne où la température est proportionnellement plus basse que dans la vallée; dans notre cas, cet écart est même important, puisque la différence de niveau est voisine de 1000 m. Or, comme les petites portées sont plus sensibles aux variations thermiques que les grandes, elles se contracteront davantage à la suite d'un abaissement de température, ce qui entraînera les chaînes côté montagne. En fait, on peut observer, lorsque les conditions sont favorables, que le matin de bonne heure, les chaînes accusent une inclinaison plus forte que vers le milieu de la journée; une variation analogue se fait remarquer entre l'hiver et l'été.

5° Conclusions.

En règle générale, avant d'étudier un régime de tirage de conducteurs aériens, il conviendra d'examiner si l'hypothèse de l'égalité des paramètres des chaînettes des différentes portées est admissible ou non. Le cas échéant, un calcul plus précis, d'après la méthode développée plus haut, sera indiqué. Ceci se présentera en particulier pour les tronçons de lignes fortement inclinés ou, en terrain plat ou faiblement incliné, en cas de portées successives très inégales.

Si les paramètres des chaînettes accusent des variations importantes, d'une portée à l'autre, le montage des isolateurs sera relativement difficile et les portées les plus élevées du tronçon (ou les petites portées en cas de portées très inégales) seront proportionnellement trop tendues. Il pourrait donc être intéressant de chercher à combattre cette variation de paramètre par un réglage approprié des conducteurs. Ceci peut être réalisé en tenant compte des remarques faites ci-dessus à propos de l'équilibre instable d'une poulie ordinaire placée dans les conditions représentées sur la fig. 2. Pour que la poulie devienne stable, nous avons dit qu'il suffirait de pouvoir la bloquer sur son axe et d'empêcher le câble de glisser dans la gorge de la poulie en le fixant d'une manière appropriée. En procédant ainsi, il sera possible de régler chaque portée pour elle-même. On commencera l'opération en partant de l'extrémité du canton de pose, en réalisant dans la première portée la flèche correspondant au paramètre de chaînette choisi; ceci fait, on passera au premier pylône pour bloquer la poulie sur son axe et le conducteur sur la poulie, puis l'on procèdera au réglage de la deuxième portée et ainsi de suite. L'opération sera grandement facilitée, si au lieu de suspendre les poulies à une attache mobile, on les fixe rigidement aux pylônes, à la hauteur correspondant à celle des conducteurs dans leur position définitive. Le réglage une fois terminé, il suffira de monter les pinces de suspension à l'endroit où le conducteur repose sur la poulie et l'on sera certain d'obtenir des chaînes d'isolateurs très sensiblement verticales.

Der elektrische Kremationsofen in Biel.

Von *H. Keller*, Biel.

621.365.4 : 614.62

Der elektrische Kremationsofen in Biel, der im Bull. SEV 1934, Nr. 13, von Herrn G. Keller (Brown, Boveri) beschrieben wurde, ist nun seit drei Jahren in Betrieb. Herr H. Keller, Lehrer am Technikum Biel, welchem die Initiative und die Vorstudien zu verdanken sind und der den Betrieb des Ofens sorgfältig überwacht, berichtet im folgenden über die dreijährigen Betriebserfahrungen, welche die Bauherrin voll befriedigten. Es fanden gegen 400 Kremationen statt. Die Energiekosten betrugen im ersten Jahr Fr. 12.65 pro Kremation, 1936 noch Fr. 7.—. Untersuchungen am Koksofen ergaben dagegen Brennstoffkosten von Fr. 12.20 pro Kremation. Der elektrische Ofen erfüllt also nicht nur alle Forderungen aus Pietät und Aesthetik (Ueberführung der Leiche in Asche durch reine Oxydation), sondern dessen Betriebskosten sind auch wesentlich geringer als die des Koksofens. (Red.)

Le four crématoire électrique de Bienne, décrit par Monsieur G. Keller (Brown, Boveri) dans le No. 13 du Bull. ASE 1934, est depuis trois ans en service. Monsieur H. Keller, professeur au technicum de Bienne, auteur de l'initiative et des études préliminaires, contrôle soigneusement l'exploitation du four; il relate ci-dessous ses expériences de trois ans, en tous points satisfaisantes. Près de 400 incinérations ont eu lieu. Les frais d'énergie s'élevèrent la première année à fr. 12.65 par incinération, pour tomber à fr. 7.— en 1936. L'étude comparative d'un four à coke fait par contre ressortir des frais de combustible de fr. 12.20 par incinération. Le four électrique satisfait donc non seulement à toutes les exigences de la piété et de l'esthétique (incinéraion par pure oxydation), mais ses frais d'exploitation sont sensiblement inférieures à ceux d'un four à coke. (La rédaction.)

Im Bull. SEV 1934, Nr. 13, wurde der elektrische Kremationsofen in Biel beschrieben. Heute können einige Mitteilungen über Erfahrungen und Betriebsresultate gemacht werden. Im Ofen fanden seit der Inbetriebnahme im Sommer 1933 bis heute gegen 400 Einäscherungen statt, an denen interessante

Feststellungen gemacht wurden; er hat nun schon eine kleine Geschichte.

Im Jahre 1926 ersuchte der Präsident der Bieler Feuerbestattungs-Genossenschaft den Berichterstatter, die Studien für einen elektrischen Kremationsofen aufzunehmen. Zu diesem Zwecke wurden am Bieler Koksofen Versuche durchgeführt. Die Ausrechnung ergab bald die Schwierigkeit des Problems, war doch der Wärmepreis der elektrischen Energie ein Vielfaches von dem des Kokses. Ein Lichtstrahl lag aber in den Berechnungen, nämlich: Die Einäscherung selber erzeugt viel Wärme, und zwar von einer 100 kg schweren Leiche etwa 200 000 kcal. Diese Wärme muss bei der elektrischen Kremation so viel als möglich ausgenützt werden. Dies bedingte eine neue Ofenkonstruktion. Nach längeren Studien nahm der Berichterstatter die Besprechungen mit der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden auf. Die Firma zeigte grosses Interesse daran und entschloss sich, den Bau zu übernehmen. Nach verschiedenen Besprechungen und Ausarbeitung von Entwürfen legte sie im Jahre 1932 der Bieler Feuerbestattungs-Genossenschaft ein Projekt mit Preisofferte vor. In einer ausserordentlichen Generalversammlung beschloss die Genossenschaft, den Ofen zu installieren und gab den Auftrag Ende 1932 der A.-G. Brown, Boveri & Cie. Am 31. August 1933 konnte darin die erste Menschenleiche kremiert werden. Man sah, dass das Problem gelöst war, dass aber der Ofen noch eine ganze Anzahl Mängel aufwies, die beseitigt werden mussten. Man erwartete natürlich nicht eine vollkommene Lösung, denn der Sprung ins Neue, ins Unbekannte war zu gross und die Aufgabe zu schwierig. Bei geringeren Neuerungen sind ja Kinderkrankheiten zu überwinden. Wie hätten sie sich bei einem so schwierigen Problem nicht auch einstellen sollen? Schrittweise wurden Verbesserungen angebracht. Die Hauptänderung fand dieses Jahr statt und heute ist man dem gewünschten Resultat ganz nahe.

Ueber unsere Beobachtungen kann folgendes mitgeteilt werden:

Der Vorgang der Einäscherung ist ausserordentlich verschieden. Es ist sozusagen keine Kremation wie die andere. Die Krankheiten haben grossen Einfluss. Es gibt Leichen, die sehr leicht brennen; es gibt solche, die nur mit Mühe eingeäschert werden können. Diese zweite Gruppe kommt allerdings selten vor und verlangt während der Kremation ein Nachheizen. Die grosse Mehrzahl braucht aber keine weitere Wärmezufuhr; im Gegenteil, sie erwärmt den Ofen so stark, dass Kühlung nötig werden kann. Die Muffeltemperatur steigt gewöhnlich um 300 bis 400°; die Höchsttemperatur wird 1/4 bis 1/2 Stunde nach dem Einfahren erreicht. Die Kremationsdauer beträgt 1 bis 1 1/2 Stunden und hängt weniger von der Grösse der Leiche als von ihrer Beschaffenheit ab. Leichte Leichen brauchen sehr oft mehr Zeit zur Veraschung als schwere.

Die nötige Einfahrtemperatur ist sehr verschieden. Beim elektrischen Ofen genügen meistens 600°. Beim Verbrennen des Sarges steigt dann die Muffeltemperatur so hoch, dass auch die schweren CH-Verbindungen mit Leichtigkeit verbrennen. Unser Koksofen braucht eine höhere Einfahrtemperatur, weil die Verbrennungsluft weniger vorgewärmt wird. Schwer brennbare Leichen brauchen auch beim elektrischen Ofen höhere Einfahrtemperaturen als 600°, nämlich 700° bis 800°. Leider ist die Brennbarkeit der Leiche vor dem Einfahren nicht bekannt. Sie wird erst beim Beginn der eigentlichen Kremation festgestellt. Beim elektrischen Ofen kann dann die Nachheizung, wenn sie nötig wird, sofort in voller Stärke einsetzen, was beim Koksofen nicht der Fall ist.

Die Brenndauer der CH-Verbindungen ist ebenfalls sehr verschieden. Ist die Verbrennung im heissen Ofen nicht beendigt, dann zeigt sich dies in der Rauchbildung. Diese kommt beim elektrischen Ofen ab und zu während einiger Minuten nach dem Einfahren vor, trotzdem genügend Luft vorhanden ist. Der Rauch ist aber nicht schwarz und dicht, sondern braun, sehr oft weiss, was vom Wasserdampf und kalten Kamin herrührt. Wir stellten auch fest, dass die Witterung, trotz der Ventilatoren, Einfluss auf die Verbrennung hat.

Diese Ausführungen zeigen, dass die Brennbarkeit und die Brenngeschwindigkeit sehr verschieden sind. Zu diesen Eigenschaften kommen noch die grossen Unterschiede in den Gewichten von einigen kg bis zu über 100 kg und in der Wärmeentwicklung von einigen kcal bis zu 200 000 kcal hinzu. Man kann ruhig sagen, dass die Anforderungen an den kleinen Kremationsofen ausserordentlich gross und verschiedenartig sind.

Je mehr Kremationen stattfinden, desto kleiner wird der Energiekonsum pro Einäscherung. Findet am gleichen Tage mehr als eine Kremation statt, dann ist der Ofen nur für die erste aufzuwärmen; bei den folgenden ist keine Energiezufuhr mehr nötig, ausgenommen 5 bis 6 kWh für die Ventilatoren. Bei der zweiten und den folgenden Kremationen sollte der Ofen sogar gekühlt werden. Dieses Problem beschäftigt uns gegenwärtig. Kürzlich hatten wir während einer Woche täglich eine Kremation. Der Energiekonsum betrug, mit Einschluss der Ventilatoren, 40 bis 60 kWh pro Einäscherung. Hätten wir täglich zwei Kremationen, dann kämen wir ohne Energiezufuhr aus. Ist der Ofen ganz kalt, dann sind zur Aufwärmung etwa 450 kWh nötig, gegenüber 300 kg Koks mit 0,7 Sack Holz beim Koksofen.

Die Frequenz der Kremationen ist in Biel ausserordentlich verschieden. Das Maximum betrug vier Kremationen in einem Tag. Es geht aber manchmal mehr als eine Woche, bis wieder eine Einäscherung stattfindet. Man kann daher den Energiekonsum der Oefen verschiedener Städte nicht gut unter sich vergleichen. Will man dies tun, dann ist die Frequenz anzugeben.

Der Energiepreis beträgt im Niedertarif 3 Rp./kWh im Sommer und 4 Rp./kWh im Winter.

Da wir viel Hochtarifenergie brauchen, ermässigte die Stadt Biel deren Preis von 8 auf 6 Rp./kWh. Mit diesen Preisen wurde die in Tabelle I gegebene Zusammenstellung berechnet.

Erfahrungswerte vom elektrischen Kremationsofen in Biel.
Tabelle I.

	1934	1935	1936[1])
Zahl der Kremationen . . .	137	152	31
Energieverbrauch nach Hochtarif . . . . kWh	15 691	14 015	1386
Energieverbrauch nach Niedertarif . . . . kWh	22 680	27 396	4464
Total kWh	38 371	41 411	5850
Energieverbrauch pro Kremation . . . . kWh	280	272	189
Energiekosten pro Kremat. Fr.	12.65	11.85	7.00
Zeit zwischen zwei Kremationen . . . . Tage	2,44	2,1	1,78
Wärmeverbrauch pro Kremation . . . . kcal	241 000	234 000	163 000

[1]) Vom 1. I. 36. bis 24. VII. 36.

Während der durch Aenderungen bedingten Stillsetzung des elektrischen Ofens im Sommer 1936 musste im Koksofen kremiert werden. Wir benützten die Gelegenheit zu Notierungen. Es wurden für 102 Kremationen 21 Tonnen Gaskoks zu Fr. 50.— und 7 Ster Holz zu Fr. 28.— verbrannt. Der Bieler Gaskoks hat einen Heizwert von 7200 kcal/kg. Für das Holz nimmt man 1 000 000 kcal pro Ster an. Diese Werte sind der Tabelle II zugrunde gelegt.

Erfahrungswerte vom Kokskremationsofen in Biel.
Tabelle II.

Anzahl der Kremationen		102
Koksverbrauch	t	21
Holzverbrauch	Ster	7
Brennstoffverbrauch pro Kremation:		
Koks	kg	206
Holz	Ster	0,07
Brennstoffkosten pro Kremation .	Fr.	12.20
Zeit zwischen zwei Kremationen .	Tage	1,9
Wärmeverbrauch pro Kremation .	kcal	1 555 000

Der Energieverbrauch und damit die Kosten sind seit der Umänderung bedeutend zurückgegangen. Die bei Hochtarif bezogene Energie betrug im Jahre 1934 ewa $^2/_3$, 1935 etwa $^1/_2$ und im Jahre 1936, während der Versuche, etwa $^1/_3$ der bei Niedertarif bezogenen Energie. Auch dies ist eine Ursache der Kostenreduktion.

Der elektrische Ofen braucht fast 10mal weniger Wärme als der Koksofen. Es ist dies ein seltener, vielleicht der einzige Fall, dass die Benützung der Elektrizität als Wärmequelle so viel billiger ist als die von Koks. Die Versuche und die Rechnung wurden vor der Abwertung gemacht. Es ist ganz gut möglich, dass nun der Preisunterschied noch grösser wird.

Der Ofen findet, besonders im Auslande, grosse Beachtung. Delegationen aus verschiedenen Ländern besichtigten ihn. Auch mussten Anfragen nicht nur aus Ländern in Europa, sondern auch aus solchen in Asien und Amerika beantwortet werden.

Moderne Maximalstromzeitrelais.

Von *J. Stoecklin*, Baden. 621.318.5

Es werden die Gesichtspunke über Anwendung und Eigenschaften moderner Maximalstrom-Zeitrelais klargelegt und der Stand der Entwicklung an einigen Beispielen erläutert.

L'auteur fixe les différents points de vue relatifs à l'application et aux propriétés des relais temporisés modernes à maximum d'intensité, et expose l'état actuel du développement à l'aide de quelques exemples.

Die erweiterten Anforderungen an Schutzrelais als Folge des Zusammenschlusses von Kraftwerken und Leitungen führten in den vergangenen Jahren zu Selektivschutzsystemen, z. B. den Distanzrelais, die bei Kurzschluss in beliebig vermaschten und mehrfach gespeisten Netzen die beschädigte Leitungsstrecke ausscheiden. Aber auch an die altbekannten, einfachen Relaiselemente, deren Anwendungsgebiet nach wie vor die unvermaschten Leitungsgebilde, sowie der Begrenzungs- und Kurzschlußschutz von Maschinen und Abnehmern bildet, stellte die Entwicklung der Gross-Energie-Erzeugung und -Verteilung vermehrte Anforderungen. Im folgenden mögen die Neuerungen an den beiden wichtigsten Vertretern dieser Apparategattung, den primären und sekundären Maximalstromzeitrelais, näher verfolgt und an Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Ursprünglich wurde bei der Konstruktion von Primärrelais, welche, direkt auf die Schalterklemmen aufgebaut, die Auslösung mechanisch bewirken, in erster Linie Wert auf mechanische Robustheit gelegt, während man die Ansprüche an die Genauigkeit im Vergleich zu den Sekundärrelais zurückstellte. Da indessen keine festen Richtlinien die Anwendungsbereiche von Primär- und Sekundärrelais abgrenzen, ihre Wahl vielmehr durch lokale Verhältnisse der betreffenden Station gegeben ist, muss stets mit dem Vorhandensein beider Relaisarten im gleichen Netze gerechnet werden. Anderseits bildet eine genaue Zeitabstufung zwischen den einzelnen Stationen die wichtigste Bedingung für richtige Kurzschluss-Abschaltung. Es folgt daraus zwangsläufig die Notwendigkeit, moderne Primärrelais für gleiche Charakteristik und Genauigkeit auszuführen wie Sekundärrelais.

Die Primärrelais ergeben im übrigen durch die Vereinigung von Leistungsschalter und Relais zur mechanischen Einheit, unter Wegfall von Stromwandlern, Hilfsstromquelle und Verbindungsleitun-

gen, eine so einfache Lösung des Schalter-Relaisproblems, dass man bestrebt war, alle Hindernisse zu beseitigen, die ihre Anwendung in vielen Fällen noch einschränkte. Es betrifft dies ausser der Zeitpräzision vor allem die Hochstromsicherheit. Bis in die neuere Zeit war es üblich, Leistungsschalter, die bei kleinen Betriebsströmen sehr hohe Kurzschlußströme zu bewältigen hatten, nicht mit primären Relais zu schützen, sondern durch Einfügung von Stromwandlern und Wahl von Sekundärrelais die Stromwandlersättigung zur Begrenzung des Relaisstromes und damit zur Entlastung der Relais herbeizuziehen. Ein guter Spulenstromwandler darf mit 200... 300fachem Nennstrom stossweise beansprucht werden; moderne Hauptstromrelais werden nun aber mit einer Hochstromsicherheit von etwa 500... 1000fachem Nennstrom ausgeführt, so dass solche Relais bei richtiger Wahl des Nennstromes das gegebene Schutzelement exponierter Netzstellen darstellen. Die konstruktiven Mittel zur Erreichung dieses Zieles sind geringe Amperewindungszahl bei reichlich dimensioniertem Kupferquerschnitt, starke Spulenabstützungen und gute Isolation der Wicklung. Als Beispiel zeigt Fig. 1 ein stromunabhängiges Primärrelais für 12 A Nennstrom mit einer Kurzschlussfestigkeit von 12 000 A. Die obere Spulenableitung ist durch ein hohes Isolierrohr *a* gegenüber der Relaismasse, die mit dem entgegengesetz-

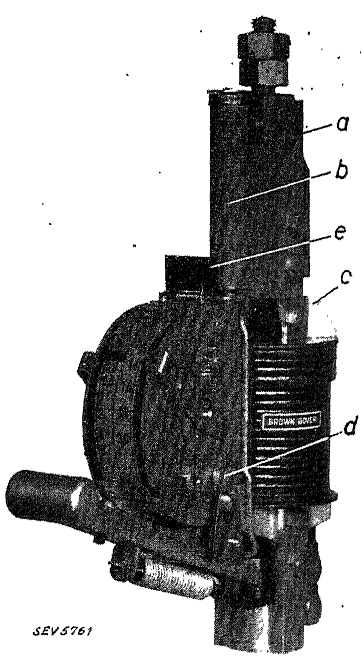


Fig. 1.
Hochstromsicheres Primärrelais.
a Isolation des oberen Anschlusses.
b Ueberbrückungswiderstand gegen Sprungwellen.
c Spulenabstützungen.
d Einstellbare Grenzstromauslösung.

ten Spulenende in Verbindung steht, besonders gut isoliert. Auch der Ueberbrückungswiderstand *b*, welcher die Wicklung gegen Sprungwellen schützen soll, ist entsprechend dimensioniert und in seinem Widerstandswert mit den Spulenkonstanten so abgestimmt, dass bei Sprungwellen möglichst geringe Spannungsbeanspruchung der Wicklung entsteht. Die starken Spulenabstützungen *c* sind ebenfalls ersichtlich. Eine weitere Neuerung bildet die Grenzstrom-Momentauslösung *d*, die während des Betriebes mit Hilfe der Bedienungsstange auf den gewünschten Stromwert eingestellt oder blockiert werden kann. Die Zeitgenauigkeit des Relais beträgt ± 0,1 s. In Verbindung mit modernen Leistungsschaltern, deren Eigenzeiten von ca. 0,2 s für Oelschalter auf 0,1 s für Wasserschalter und 0,05 s für Druckluft-Schnellschalter zurückgegangen sind, dür-

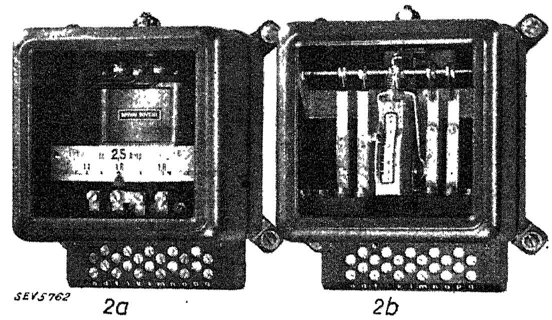


Fig. 2.
Separates Strom- und Zeitrelais.
2a Momentan wirkendes Ueberstromrelais mit 3/10 VA Eigenverbrauch.
2b Zeitrelais.

fen Staffelzeiten von 0,5 s und weniger zur sicheren Abstufung hintereinanderliegender Schalter angewendet werden. Wichtig ist dabei auch die Möglichkeit, kurze Zeiten sehr genau einstellen zu können, was durch weite Teilung der Skala im Anfangsgebiet erreicht wird. Ein Auslösesignal *e* erleichtert durch Kennzeichnung der auslösenden Phase die nachträgliche Untersuchung einer Störung.

Die Entwicklung der Sekundärrelais war weitgehend durch die Neuerungen im Stromwandlerbau bedingt. Die Verwendung der überstromsicheren Einstab- oder Durchführungswandler brachte für den Relaisbau strenge Forderungen bezüglich Reduktion des Eigenverbrauches. Gerade Stromwandler geringen Nennstromes, die bei Kurzschluss am höchsten beansprucht werden, wo also das Einstabprinzip am dringendsten ist, ertragen infolge der kleinen Primär-Ampèrewindungszahl nur sehr geringe Belastung innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen. Es wurden für solche Fälle momentanwirkende Ueberstromrelais mit sehr geringem Eigenverbrauch entwickelt, die mittels Hilfsstromquelle ein separates Zeitelement betätigen. Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel. Die Notwendigkeit einer Hilfsstromquelle erschwert indessen die allgemeine Anwendbarkeit dieser Relaiskombination, so dass die weiteren Anstrengungen darauf gerichtet waren, den Eigenverbrauch der Relais mit vom Kurzschlussstrom selbst betätigtem Zeitelement weiter zu verkleinern. Wohl sind seit langem Relais mit stromabhängiger Auslösezeit auf dem Markt, deren Verbrauch zwischen etwa 5... 10 VA liegt. Das Vorhandensein von Selektivschutzsystemen in Hauptleitungen, die durchwegs mit stromunabhängiger Laufzeit arbeiten, verlangt aber auch von den Lei-

tungsabzweigen und angrenzenden Netzgebieten Relais mit fester Zeiteinhaltung, also stromunabhängige Relais, um Ueberschneidung der Charakteristiken und damit Fehlabschaltungen zu vermeiden. Es sprechen aber auch weitere technische Gründe und nicht zuletzt die Einfachheit in der Anwendung und Einstellung im Betrieb zugunsten unabhängiger Relais, deren Auslösezeit bei allen Kurzschlussströmen der gewählten Einstellung entspricht.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines modernen unabhängigen Sekundärrelais mit einem Verbrauch von 8 VA bei Nennstrom. Die Abweichungen der Relaiszeit vom Einstellwert sind kleiner als ± 5/100 s, die Relaiszeit kann zwischen 0,2 ... 10 s auf einer Skala mit 1/10 s Teilung eingestellt werden. Um auch den Ansprechstrom in weiten Grenzen wählen zu können, ist die Wicklung in zwei Hälften aufgeteilt, die wie bei einem umschaltbaren Ampèremeter in Serie oder parallel geschaltet werden können, z. B. für Ansprechströme 2,5 bis 5 und 5 bis 10 A. Ebenso ist eine Grenzstrom-Momentauslösung vorhanden, die normalerweise für 3 ... 6fachen Strom geeicht ist, aber auch für andere Werte vorgesehen werden kann.

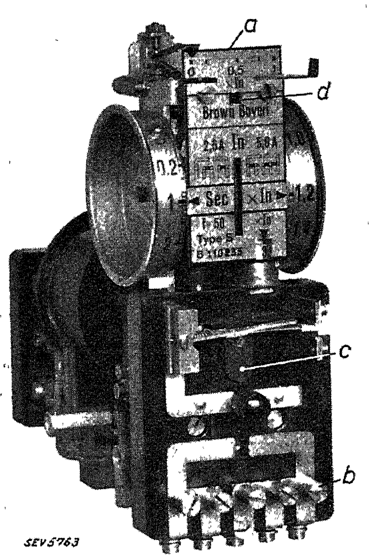


Fig. 3.
Stromanzeigendes Sekundärrelais (ohne Verschalung).
a Betriebsstromanzeige.
b Umschalt- und Prüfklemmen.
c Kontaktsignal.
d Anlaufanzeiger.

Aus diesen Angaben spricht deutlich die Tendenz, moderne Relais mit sehr weiten Einstellbereichen auszuführen, um mit demselben Apparat auch starken Aenderungen der Betriebsverhältnisse zu genügen. Der Grundsatz, alle wichtigen Einstellorgane wie auch die Kontaktteile gut sichtbar und zugänglich anzuordnen, ist streng verwirklicht.

Da Schutzrelais die Sicherheitsorgane des Betriebes sind, ist es wichtig, jederzeit über den betriebsfähigen Zustand der Apparate und Hilfsleitungen Klarheit zu haben, was z. B. durch periodische Prüfungen zu erreichen ist. Die Bereitschaftmeldung kann aber auch dem Relais selbst übertragen werden, z. B. dadurch, dass bei Ferrarissystemen die Scheibe unter Betriebsstrom wie bei einem Zähler dauernd rotiert. Eine neue Lösung wurde beim beschriebenen Sekundärrelais angewendet. Zur Vermeidung unnötiger Lagerabnützung findet bei Normalbetrieb keine Drehbewegung statt; das System wird vielmehr durch einen Anschlag festgehalten, der federnd ausgebildet und mit Zeiger und Skala ausgerüstet ist. Es wird so vom Zeiger das Stillstands-Drehmoment des Ferrarismotors auf einer Skala a angezeigt, die direkt in Ampère oder Prozent des Nennstromes geeicht ist. Die Anzeigegenauigkeit beträgt 5 %, gegenüber etwa 3 % bei normalen Schalttafelampèremetern. Der Messbereich kann für 0,5fachen, ein- oder mehrfachen Nennstrom vorgesehen werden und passt sich dem durch Serie- oder Parallelschaltung gewählten Relaisnennstrom automatisch an. Das Relais vereinigt somit in einem Apparat Ampèremeter und Relais und da die Stromanzeige nicht durch ein separates Instrument, sondern durch die wichtigen Relaisorgane selbst zustande kommt, bildet sie die ideale Betriebsbereitschaftsmeldung.

Unten am Relais sind als weitere Neuerung Prüfklemmen b angeordnet, mit denen der Apparat während des Betriebes ohne Demontage oder Lösen von Verbindungen ausser Wirkung gesetzt, umgeschaltet oder mit Fremdstrom geprüft werden kann.

Die Kontaktgabe wird durch eine Signalscheibe c angezeigt, die ihre Endstellung erst nach einer gewissen Dauer der Kontaktgabe erreicht. Kurzzeitige Kontaktgabe, die z. B. bei Verschwinden des Kurzschlußstromes im Augenblick der Kontaktberührung vorkommen kann und die bei Anwendung von Fallklappen erfahrungsgemäss vielfach zu Signalbetätigung ohne Schalterfall oder umgekehrt führt, ist dadurch kenntlich, dass das Signal nur einen kleinen Verstellwinkel ausführt. Ausser der Anzeige der Kontaktgabe kann auch das Anlaufen der Relais durch ein zusätzliches Signal d gemeldet werden. Bei Kurzschluss sind dadurch alle Relais, die überhaupt angelaufen sind, kenntlich, was Rückschlüsse über Grösse und Verlauf der Kurzschlussströme und die Art des Kurzschlusses gestattet. Das Relais lässt sich auch besonderen Anforderungen durch eine Reihe von Zusatzeinrichtungen anpassen, wie folgende beiden Beispiele zeigen.

Wenn es sich in mehrfach gespeisten Netzen darum handelt, bei aussertritt gefallenen Werken die Betriebe an vorausbestimmten Stellen aufzuteilen, so kann dies mit einer Zusatzeinrichtung erreicht werden, welche das Rücklaufen des Zeitrades in seine Ausgangsstellung so verlangsamt, dass sich die einzelnen Stromstösse zeitlich addieren und nach Ablauf einer bestimmten Zeit die Auslösung verursachen.

Der Schutz von Doppelleitungen einfach gespeister Netze lässt sich bekanntlich mit Maximalstromrelais unter Zuziehung von Energierichtungsrelais lösen. Häufig wird dabei der Spannungskreis des Richtungsrelais erst mit dem Ansprechen der Maximalstromrelais eingeschaltet, oder dann ein separa-

ter Schliesskontakt mit Verzögerungszeiten von einigen Zehntelsekunden verlangt. Für solche Fälle wird das Relais Fig. 2 mit einem Kontakt versehen, der sich nach dem Ansprechen schliesst, wobei die Verzögerungszeit zwischen 0,1 und 0,5 s einstellbar ist.

Die eingangs aufgestellte Forderung gleicher Charakteristiken für Primär- und Sekundärrelais ist bei den gezeigten Beispielen dadurch erfüllt, dass als Zeitelement der gleiche synchronisierte Ferrarismotor verwendet wird.

Die beschriebenen Neuerungen wirken sich für den Betrieb aus: 1. in wesentlicher Abkürzung der Kurzschlussdauer durch Ermöglichung kleiner Zeitabstufung bei voller Freiheit in der Wahl primärer oder sekundärer Relais; 2. durch erhöhte Betriebssicherheit infolge selbsttätiger Bereitschaftsmeldung; 3. durch vereinfachte Handhabung der Apparate bei Betrieb und Prüfung sowie vermindertem Platzbedarf durch Wegfall separater Ampèremeter; 4. durch weitgehende Anpassungsmöglichkeit an besondere Betriebserfordernisse.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Deutsche Physiker-Tagung 1936.

53 (06) (43)

Vom 13. bis 19. September 1936 fand im Bad Salzbrunn in Schlesien die 12. Deutsche Physiker-Tagung statt. Sie war der geometrischen Elektronenoptik und der Akustik gewidmet, also zwei Gebieten der technischen Physik, die heute ganz besonders aktuell sind. Die riesige Verbreitung von Radio und Tonfilm hat dazu beigetragen, dass die in der letzten Zeit gemachten grossen Fortschritte in der *angewandten Akustik* besonders hervorgetreten sind, nachdem dieses Gebiet so lange als eigentliches Stiefkind der Physik behandelt worden war. Es wurde denn auch von einer ganzen Reihe deutscher und einiger ausländischer Wissenschafter in 14 Vorträgen eine reiche Fülle interessanten Stoffes geboten.

E. Meyer, Berlin, vermittelte in einer Einführung einen sehr schönen Ueberblick über die Entwicklungsgeschichte und die heutigen Anwendungen der Akustik. Die Anforderungen, die an hochwertige elektrische Musik- und Sprachübertragungen gestellt werden, bedingten in erster Linie die Entwicklung der Akustik und der akustischen Messtechnik. Da auch diese fast ausschliesslich mit elektrischen Mitteln arbeitet, wird die Akustik immer mehr zur Elektroakustik. Durch die ungeahnte Entwicklung der Messtechnik erhielt auch die physiologische Akustik bessere Werkzeuge, mit denen neue Erkenntnisse gewonnen werden, die umgekehrt wieder für die Beherrschung der elektro-akustischen Uebertragungsprobleme unentbehrlich sind. Zwischen der Akustik und der Elektrizitätslehre sowie der Optik lassen sich anschauliche Analogien zeigen. Besonders die Optik eignet sich dazu gut, da sich die Zusammenhänge auch auf dem physiologischen Gebiet verfolgen lassen. Die «Normalkerze» der Optik entspricht dem «Normalton von 1000 Hz» in der Akustik, der Belichtungsmesser mit Photozelle entspricht dem Phonmesser mit Mikrophon, das zur optischen Spektroskopie nötige Prisma kann für Schallwellen durch ein akustisches Beugungsgitter ersetzt werden.

L. Bergmann, Breslau, sprach über neuere Probleme auf dem Gebiete des Ultraschalls. Schallschwingungen von höhern Frequenzen als etwa 20 000 Hz, die also unhörbar sind, werden als Ultraschall bezeichnet. Es gelingt heute, bis zu $2 \cdot 10^8$ Hz zu erzeugen. Diesen Frequenzen entsprechen Wellenlängen von

1,7 cm bis $1,7 \cdot 10^{-4}$ cm in Luft
6 cm bis $6 \cdot 10^{-4}$ cm in Flüssigkeiten
20 cm bis $2 \cdot 10^{-3}$ cm in festen Körpern.

Zur Erzeugung von Ultraschall bis etwa 60 000 Hz werden meist Sender nach dem magnetostriktiven Prinzip benützt, die einfach und billig sind. Für höhere Frequenzen werden die schwingenden Stäbe jedoch zu kurz und die erhaltenen Intensitäten zu klein, so dass zu der piezoelektrischen Methode übergegangen werden muss. Bis etwa $5 \cdot 10^7$ Hz wird Quarz in Stäben oder Platten verwendet, für noch höhere Frequenzen Turmalin. Die so erzeugten Schallenergien sind sehr hoch, sie betragen bis 10 W/cm² in Flüssigkeiten.

Der Referent vermittelte auch sehr interessante Einblicke in die Messtechnik, die sehr viele Berührungspunkte mit der Optik hat, so dass von einer eigentlichen Ultraschall-Optik gesprochen werden kann.

Den Ingenieur interessieren vor allem die technischen Anwendungsmöglichkeiten des Ultraschalls und es ist erstaunlich, was sich alles damit machen lässt. Wohl die bekannteste Anwendung findet der Ultraschall zur Materialuntersuchung, besonders zur Feststellung von Hohlräumen, Rissen usw. in Baustoffen. Sehr wichtig ist jedoch auch seine Verwendung in der Kolloidchemie, wo es gelingt, mit Hilfe von Ultraschall nicht mischbare Stoffe in haltbare Emulsionen zu verwandeln (z. B. Hg und Ag in Flüssigkeiten). Diesem Verfahren kommt besonders in der Photo-Industrie grosse Bedeutung zu. Ultraschall dient auch zur Entgasung von Flüssigkeiten. Seine biologischen Wirkungen sind noch unabgeklärt. Es konnte festgestellt werden, dass kleine Tierchen, Algen und Blutkörperchen zerstört werden. Die Wirkung auf Bakterien ist jedoch noch unerforscht.

L. Cremer, Berlin, vermittelte einen sehr anschaulichen Ueberblick über den ganzen Problemkomplex der Raumakustik. Er erläuterte in klarer Weise die drei möglichen Betrachtungsarten: die geometrische, die statistische und die wellentheoretische, die uns gestatten, das akustische Verhalten eines Raumes physikalisch zu erfassen. Nach der geometrischen Methode lassen sich Echoerscheinungen, allgemein ausgedrückt, die einfachen Reflexionen beurteilen. Die messtechnische Auswertung erfolgt durch oszillographische Aufnahme eines Pistolenschusses oder dgl. (Klatsch-Oszillogramme). Auch Messungen der Schallschluckzahl von Baustoffen lassen sich auf ähnliche Weise bestimmen, einmal durch Wandaustausch (Methode von V. Kühl und E. Meyer) oder durch Ausblenden der Schallquelle mit einem Geschwindigkeitsmikrophon mit «8»-förmigem Polardiagramm (Methode von L. Cremer).

Wesentlich aufschlussreicher ist die statistische Methode, die heute fast ausschliesslich zur Anwendung kommt. Sie wird durch den Begriff «Nachhall» charakterisiert. Das von W. C. Sabine, dem Pionier dieser Methode, experimentell gefundene Gesetz wird trotz seiner offenbaren Unrichtigkeiten und Mängeln auch heute noch durchweg verwendet, z. T. allerdings mit Verfeinerungen (Eyring, Millington), deren Wert jedoch zum mindesten umstritten ist. Analog der kinetischen Gastheorie kann auch hier ein theoretischer Ansatz gemacht werden, unter Zuhilfenahme des Begriffs der mittleren freien Weglänge. Es müssen dabei aber so viele unzutreffende Annahmen und Vereinfachungen gemacht werden, dass kein besseres Resultat herauskommt, als es die Sabinesche Formel darstellt. Die Nachhallzeit ist ein ausserordentlich wichtiges Kennzeichen für das akustische Verhalten eines Raumes. Sie kann jetzt auch sehr leicht gemessen werden, indem die Messtechnik gerade in dieser Richtung grosse Fortschritte gemacht hat. Noch nicht eindeutig festgelegt ist die optimale Grösse der Nachhallzeit und ihre Frequenzabhängigkeit für einen bestimmten Raum.

Die wellentheoretische Betrachtungsweise kommt so zustande, dass die von dem zu untersuchenden Raume eingeschlossene Luftmasse als schwingungsfähiges System betrachtet wird. Es lässt sich zeigen, dass dieses System eine unendliche Anzahl diskreter Eigenfrequenzen aufweist, die sich sowohl rechnerisch als auch experimentell ohne weiteres bestimmen lassen (Tonhöheverchiebung im Nachhall). Die wellentheoretische Betrachtungsweise ist besonders für die Behandlung kleiner Räume wertvoll.

H. J. v. Braunmühl, Berlin, sprach über elektrische Sprach- und Musikübertragung. Die Anforderungen, die an ein hochwertiges Uebertragungssystem gestellt werden, sind dreifacher Art:

1. Keine nichtlinearen Verzerrungen.
2. Keine Störgeräusche.
3. Keine Frequenzverzerrungen und genügender Frequenzumfang.

Diese Forderungen gelten für alle Komponenten des Systems, besonders auch für die elektro-akustischen Wandler (Mikrophone und Lautsprecher).

Es gibt heute eine ganze Anzahl Mikrophone, die alle diese Bedingungen hinreichend erfüllen. Akustisch werden Druck- und Gradientenmikrophone unterschieden, elektrisch gibt es dynamische, statische und piezo-elektrische Empfänger. Diese Typen haben z. T. charakteristische Polardiagramme, die sie für den einen oder andern Verwendungszweck als besonders geeignet erscheinen lassen. Es ist bemerkenswert, dass das altbekannte Kondensatormikrophon in neuester Zeit durch den Referenten derart verbessert wurde, dass nun Ausführungen mit beliebig geformten Polardiagrammen hergestellt werden können.

Auch an der Verbesserung der Lautsprecher, besonders für die Versorgung grosser Flächen mit Schall, wurde in den letzten Jahren sehr intensiv gearbeitet. Es ist jedoch auffällig, dass dafür in Deustchland fast ausschliesslich nur der Konuslautsprecher in immer neuen Varianten verwendet wird und der Trichterlautsprecher ganz übersehen wird. Dabei hat der Trichterlautsprecher grosse Vorteile, besonders hinsichtlich Wirkungsgrad und Richteigenchaften und wird daher z. B. in Amerika auch in grossem Maßstab verwendet.

Für die Qualität einer Uebertragung ist eine einwandfreie Dynamikregelung von grösster Wichtigkeit. Bis jetzt wird überall von Hand geregelt, meist durch besonders dafür ausgebildete Leute. An einer automatischen Regelung wird jedoch seit geraumer Zeit gearbeitet und es liegen bereits verschiedene Untersuchungen vor, die sich besonders mit den dabei nötigen Zeitkonstanten befassen. Es kann daher erwartet werden, dass in absehbarer Zeit allgemein zur selbsttätigen Dynamikregelung übergegangen wird.

Die physiologische Akustik kam auf dieser Tagung leider etwas zu kurz, da *Békésy*, Budapest, durch Krankheit verhindert war, seinen Vortrag: «Fortschritte der Hörphysiologie» zu halten. *E. Waetzmann*, Breslau, füllte die Lücke durch eine interessante Mitteilung aus dem erb-biologischen Gebiete aus. Durch Untersuchung einer Anzahl geeigneter Personen gelang es ihm, eine Bestätigung des Symmetriegesetzes der erblichen Taubheit zu erhalten. Dieses Gesetz sagt aus, dass eine erblich erworbene Taubheit sich immer auf beiden Ohren ganz gleichartig vorfindet.

F. M. Osswald, Zürich-Winterthur, gab eine Uebersicht über die Tätigkeit des akustischen Institutes der ETH auf dem Gebiete der geometrischen Raumakustik. Die Ultraschallwellen-Photographie gestattet die genaue Registrierung der ersten akustischen Rückwürfe auch für komplizierte Raumformen durch Verwendung einfacher Modellschnitte. Man verfügt damit über ein Hilfsmittel, das eine rasche Beurteilung der Raumform gestattet, die ja durch die statistische Betrachtungsweise nicht erfasst werden kann. Einige interessante Beispiele, durch Lichtbilder illustriert, vermittelten ein sehr anschauliches Bild der Möglichkeiten, die diese Methode dem Akustiker erschliesst.

F. Trendelenburg, Berlin, berichtete über elektroakustische Untersuchungen an der Orgel der Schlosskapelle in Charlottenburg, einem Meisterwerk der Orgelbaukunst des frühen 18. Jahrhunderts. Er zog aus den Ergebnissen den Schluss, dass gewisse Feinheiten, die vom Orgelbauer nachweisbar bewusst angestrebt wurden und die einen ganz wesentlichen Einfluss auf den Klang haben, sich nicht elektrisch nachbilden lassen. Auch hat die alte mechanische Orgelsteuerung in künstlerischer Beziehung gegenüber der modernen elektrischen oder pneumatischen Steuerung grosse Vorteile voraus. In der anschliessenden Diskussion äusserten allerdings verschiedene Redner z. T. gegenteilige Ansichten. Die einzelnen Voten liessen erkennen, dass in verschiedenen Forschungslaboratorien immer noch sehr rege an der Konstruktion rein elektrischer Musikinstrumente gearbeitet wird, die also keine Saiten, Pfeifen oder dergleichen aufweisen, sondern als Tonerzeuger elektrische Schwingungskreise verwenden.

Ueber Untersuchungen an Musikinstrumenten referierten ferner *H. Backhaus*, Karlsruhe («Ueber Resonanzeigenschaften von Streichinstrumenten»), sowie *O. Vierling*, Berlin («Ueber Klaviersaitenschwingungen»).

H. Sell, Berlin, führte ein neues Kondensatormikrophon vor, das an Stelle von Luft zwischen den Belegungen ein festes Dielektrikum in besonderer Anordnung aufweist. Damit lassen sich sowohl Sender als auch Empfänger für feste, flüssige und gasförmige Medien bauen. Der Frequenzumfang ist sehr gross und erstreckt sich bis in das Gebiet des Ultraschalls. Die vorgeführten Ausführungen als Mikrophon, Lautsprecher und Druckmessdose zeichnen sich durch einfachen, übersichtlichen Aufbau aus und sind ausserordentlich unempfindlich gegen mechanische Beanspruchungen und Stösse.

H. G. Thilo, Berlin, sprach über einen neuen Tonmesser. Dieses Gerät wurde in Zusammenarbeit mit der Reichsrundfunkgesellschaft entwickelt und dient in erster Linie zur genauen Ueberwachung der Rundspruchsendungen. Der Tonmesser zeichnet sich durch eine ausserordentlich kurze Einstellzeit aus, so dass auch kurzzeitige Spitzen von Sprache oder Musik amplitudenmässig richtig angezeigt werden. Ferner ist er mit einer logarithmischen Skala versehen, so dass Messungen in einem Amplitudenbereich von 1 : 150 möglich sind.

Es hat sich wieder gezeigt, dass die Atmosphäre eines kleinen, abgelegenen Badeortes für derartige wissenschaftliche Veranstaltungen ausgezeichnet geeignet ist. Der kameradschaftliche Geist, der an dieser Tagung herrschte, war denn auch ausserordentlich erfreulich und wirkte in sehr belebender Weise auf die wissenschaftliche Tätigkeit zurück.

W. Furrer, Bern.

Fernsehen in England. Betriebseröffnung am 2. November 1936.

621.397.7

Bekanntlich wird momentan in England der sehr interessante Versuch unternommen, die beiden bestentwickelten Systeme des drahtlosen Fernsehens, das Baird- und das Marconi-System, in einer Art von praktischem Dauerwettbewerb gegeneinander abzuwägen. Zu diesem Zweck hat die BBC (British Broadcasting Corporation) im Alexandra Palace im Norden Londons eine Fernsehstation errichtet, welche am 24. September 1936 den ausländischen Pressevertretern zugänglich war. Während den sehr interessanten Vorführungen wurde den Presseleuten mitgeteilt, dass spätestens innert Jahresfrist entschieden werden soll, welches von den beiden in Bewerb stehenden Systemen als das für die öffentliche Fernsehübertragung geeignetere beibehalten werden soll. Die beiden Gesellschaften, die Marconi E. M. T. Television Company Ltd. und die Baird Television Ltd. taten somit ihr bestes, eine möglichst gute Bildübertragung vorzuführen.

Um die enormen Kosten einer Fernseh-Station samt Studio einigermassen tragbar zu gestalten, wurde zwischen der BBC,

der Marconi- und der Baird-Gesellschaft folgende Vereinbarung getroffen: Die BBC übernahm die Installation und den Betrieb der Tonübertragungsanlage, die Errichtung der Antenne für Ton und Bild und die baulichen Umarbeiten des Südostflügels des Alexandra-Palastes. Erstellung und Be-

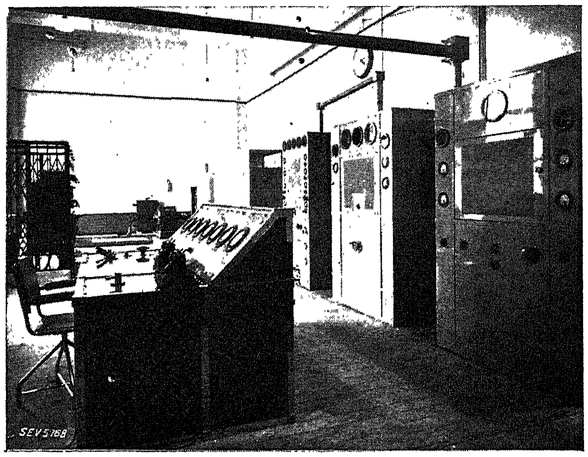


Fig. 1.
BBC (British Broadcasting Co.) — Tonübertragungsanlage.

trieb der Fernseheinrichtungen und Studios wurden dagegen von den beiden Gesellschaften Marconi und Baird übernommen, wobei jede Gesellschaft mit ihren eigenen Apparaten in eigenen Räumen arbeitet und abwechslungsweise Fernsehübertragungen durchführt.

Im unteren Stockwerk des Gebäudes (Fig. 3) befinden sich die Maschinenräume, der Ton-Uebertragungsraum mit den Verstärkern (rechts in Fig. 1), ein Filmvorführungsraum mit 30 Sitzplätzen für die Auswahl der zur Uebertragung gelangenden Filme sowie ein Restaurant für Artisten und technisches Personal. Im oberen Stockwerk sind die eigentlichen Studios, die Ankleideräume für die Artisten und die Kontrollräume für die Fernseh-Aufnahme- und Verstärker-Apparaturen. Die beiden Studios, das Marconi- und das Baird-Studio, haben je eine Grundfläche von 23·10 m bei 8 m Zimmerhöhe. Die

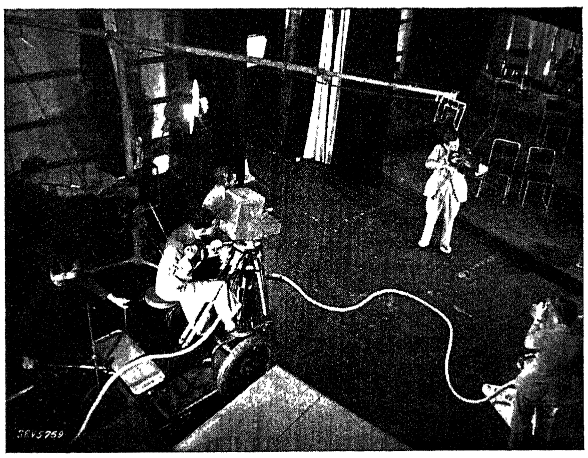


Fig. 2.
Marconi-Studio.

Wände sind mit Asbestplatten zur Tondämpfung ausgestattet, die Decken sind tuchbespannt und die Böden mit schwarzem Linoleum belegt. Beide Studios haben moderne Bühnen mit sehr starken Beleuchtungseinrichtungen. Fig. 2 gibt einen Eindruck des Marconi-Studios. Links befindet sich eine Marconi-Emitron-Kamera auf fahrbarem Gestell. Eine zweite, feststehende Kamera ist rechts unten sichtbar.

Auf dem Südostturm des Gebäudes erhebt sich die Stahlkonstruktion des Antennenmastes (Fig. 3). Die oberste Spitze des Mastes befindet sich 100 m über dem Boden. Da der Alexandra Palace auf einem Hügel steht, überragt die Bildantenne die Stadt London sowie einen schönen Teil des

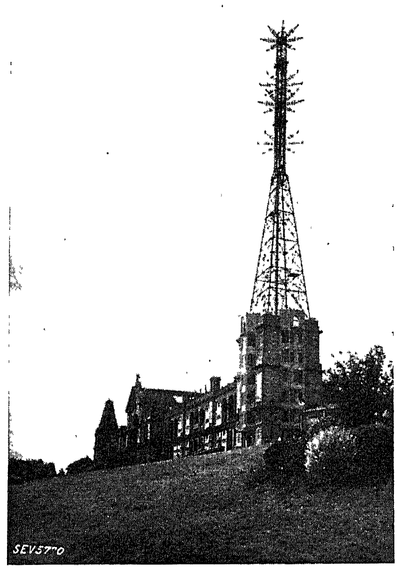


Fig. 3.
Alexandra-Palace mit Antennenturm.

Home Country. Die Konstruktion der beiden Antennen (Bild- und Tonantenne) sind fast gleich. Die Bildantenne ist aus Gründen der Reichweite über der Tonantenne angeordnet. Jede der Antennen besteht aus 8 inneren und 8 äusseren vertikalen Drahtgruppen. Fig. 4 gibt eine skizzenhafte Darstellung der Drahtanordnung. Die äusseren Gruppen wirken

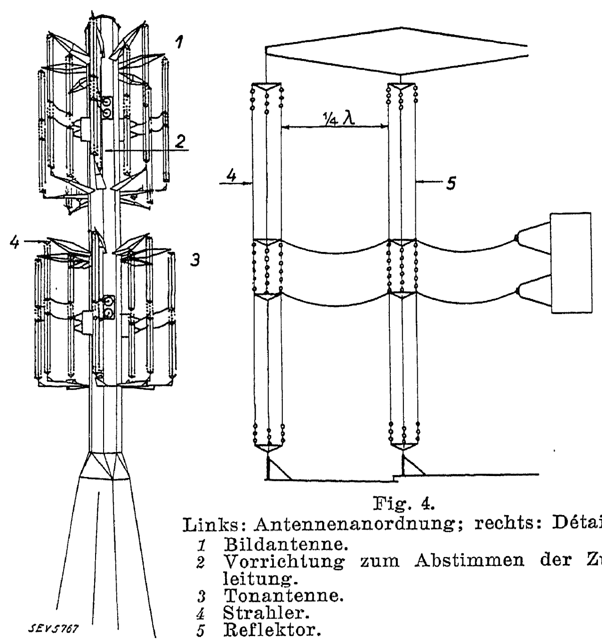


Fig. 4.
Links: Antennenanordnung; rechts: Détail.
1 Bildantenne.
2 Vorrichtung zum Abstimmen der Zuleitung.
3 Tonantenne.
4 Strahler.
5 Reflektor.

als Strahler, die inneren als Reflektoren. Jede Gruppe besteht aus 3 parallelen Drähten in Dipolanordnung. Die Zuleitungen zu den Antennen befinden sich in der Mastmitte und bestehen aus 2 konzentrischen Röhren. Der Abstand der inneren und äusseren Drahtgruppe ist ¼ Wellenlänge. Die Bildemission erfolgt auf 6,67 m, die Tonemission auf 7,23 m Wellenlänge.

Da hier nur die Fernseh-Uebertragung interessiert, soll nun die Beschreibung der beiden Fernseh-Studios folgen. Das Gehirn des *Marconi-Systems* ist die Emitron-Fernseh-Kamera, ein auf Stativ beweglich angeordneter Apparat. Zu einer normalen Marconi-Ausrüstung gehören 6 solche Kameras, die in beliebiger Anordnung vor den aufzunehmenden Gegenstand gebracht werden. So können wahlweise Nahaufnahmen, ganze Szenenbilder und Fernaufnahmen durchgegeben werden. Fig. 5 zeigt eine solche Emitron-Kamera. In ihr wird das Bild auf die sehr empfindliche Emitronschicht geworfen und dort in Potentialdifferenzen von der Grössenordnung 2 mV umgewandelt. Nach dem Kathodenstrahlverfahren kommen diese Stromimpulse in zeitlicher Aufeinanderfolge in die zu jeder Kamera gehörenden Verstärker, wo sie in mehreren Stufen bis auf 2000 V erhöht werden, was einem Verstärkerfaktor von einer Million entspricht. Fig. 6 zeigt den Marconi-Bedienungsraum mit den Verstärkerstufen. Eine spezielle Einrichtung dient zur Synchronisierung mit Zeitimpulsen. Die Verstärker sind mit Filterketten ausgerüstet, mit denen die Bildimpulse von Störungen befreit und die Synchronisierimpulse am Ende jeder Zeile zur Ausstrahlung vorbereitet werden. Die Apparatur setzt den Bedienungsingenieur instand, von den 6 Emitron-Kameras jeweilen gleichzeitig 2 Bildsendungen zu empfangen. Er kann dann deren eine zur Ausstrahlung wählen, um sodann, wenn er wünscht, durch Bildverschleifung auf die andere überzugehen. Eine spezielle Kombination von Film-Vorführungsapparatur und Emitron-Kamera dient zur Fernsehübertragung von Filmen, wobei sowohl ein Negativ als auch ein Positiv verwendet werden kann.



Fig. 5.
Emitron-Camera.

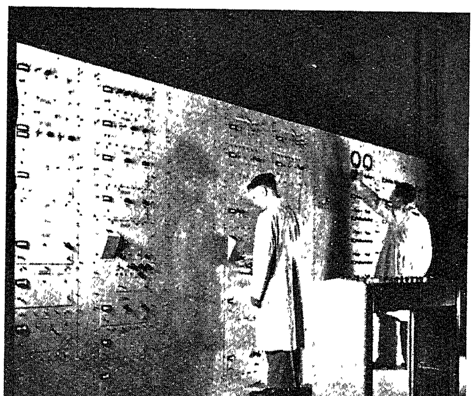


Fig. 6.
Marconi-Bedienungsraum.

Neben dem Marconi-Studio befindet sich das Studio der *Baird Television Company*. Bühne, Aufnahme- und Bedienungsapparatur sind ähnlich angeordnet. Im Gegensatz zum Marconi-System ist das Baird-System ein Fernsehverfahren mit Film. Vom Moment der Aufnahme bis zum Moment der Wiedergabe eines Bildes vergehen 30 Sekunden; diese Zeit ist zum Entwickeln und Wässern des Filmes nötig. Somit ist auch schon die Apparatur umschrieben. Sie besteht aus Film-Aufnahmeapparat, Entwicklungskammer und Fernsehapparatur. Die letzte unterscheidet sich vom Marconi-System weitgehend. An Stelle der Kathodenröhre tritt die rasch rotierende, gelochte Scheibe, die das Bild in einzelne lichtverschiedene Bildpunkte zerlegt und in zeitlicher Aufeinanderfolge der lichtempfindlichen Zelle zuführt. Diese wandelt die Lichtimpulse in Stromimpulse um, die dann in den Verstärker kommen. Fig. 7 zeigt eine Baird-Apparatur. An Stelle

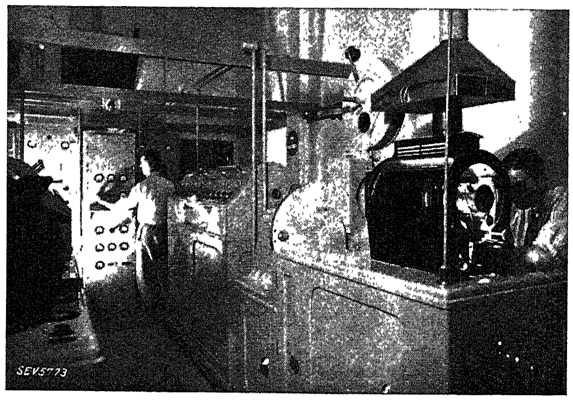


Fig. 7.
Baird-Apparatur.

der bedeutend grösseren Film-Aufnahmeapparatur mit Entwicklungskammer ist hier eine gewöhnliche Film-Vorführungsapparatur vor den Fernsehapparat geschaltet. Im Bild rechts vorne ist der Kinoapparat mit den Filmrollen sichtbar, unmittelbar dahinter die rotierende Scheibe, und daran anschliessend die Verstärkerapparatur. Fig. 8 zeigt den Baird-Bedienungsraum. Im Zentrum vorne sieht man das Bedienungspult, in der Mitte einen Kontroll-Empfangsapparat und im Hintergrunde rechts die Verstärker.

Das Verfahren erscheint im ersten Moment sehr kostspielig, muss doch für das aufzunehmende Programm ein

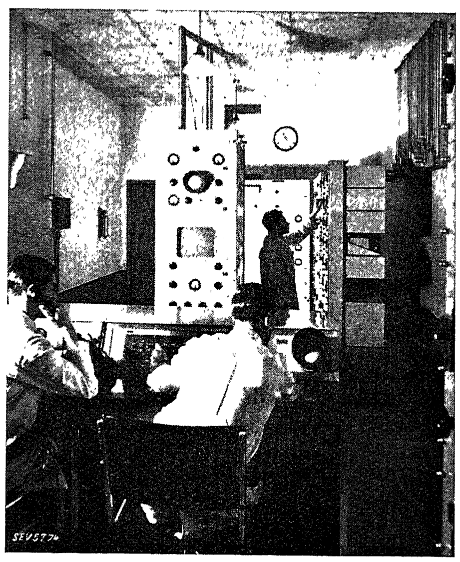


Fig. 8.
Baird-Bedienungsraum.

Film gedreht, entwickelt und dann erst in elektrische Impulse zur Fernsehübertragung umgewandelt werden. Anderseits hat das Baird-System den grossen Vorteil, dass einmal aufgenommene Szenen, auf dem Filmstreifen festgehalten, später beliebig oft wiederholt werden können. Mehr noch: Es können Positiv-Kopien des Filmes hergestellt werden, die

sich für Weitergabe an Kinos eignen. Künstlergagen sowie alle Kosten der Aufnahme verteilen sich damit auf eine ganze Anzahl Wiedergaben.

Beim Betreten des Baird-Studios wird der Besucher aufgefordert, auf die Bühne zu treten (Fernseh- und Tonübertragungsapparatur sind in Tätigkeit) und sich dann rasch in den nebenan gelegenen Vorführungsraum zu begeben. Genau nach 30 Sekunden sieht und hört er sich selber im Fernseh-Empfangsapparat. Das Bild ist weiss-schwarz, sehr scharf, und, abgesehen von einem von oben nach unten gehenden Flimmern, unterscheidet sich das Bild in keiner Hinsicht von der bekannten Kinowiedergabe.

Es lässt sich sehr schwer entscheiden, welchem der beiden Systeme der Vorzug gegeben werden wird. Beide Gesellschaften hatten und haben noch immer grosse technische Schwierigkeiten zu bekämpfen. Da ist einmal beim Baird-System die enorme Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe. Die Lager sind wassergekühlt, und Mittel sind vorgesehen zur automatischen Abschaltung der Maschine bei Kühlstörungen usw. Eine Erhöhung der Geschwindigkeit wäre zudem nur erwünscht, da sie das Flimmern ganz beseitigen würde. Das Marconi-System leidet momentan unter der Schwäche, dass bei Szenenaufnahmen entweder nur der Vordergrund scharf ist, bei verschwommenem Hintergrund, oder, bei anderer Fokuseinstellung, ist der Hintergrund scharf und der Vordergrund verschwommen. Die Gesamtschärfe leidet somit. Auch die Bildhelligkeit variiert noch, trotzdem kein Flimmern mehr zu sehen ist. Aber diese Schwierigkeiten scheinen immerhin überwindbar. Die Kinematographie war auch einmal in ihren Kinderschuhen. Sollte es der Marconi Television Company gelingen, ein sehr gutes und scharfes Bild wiederzugeben, so sind vielleicht die kleineren, handlicheren Marconi-Emitron-Kameras den mit Film arbeitenden Fernseh-Apparaturen der Baird Television Company vorzuziehen. Die Marconi-Uebertragung ist unmittelbar, sie ist Fernsehen im reinsten Sinne.

Wer Fernseh-Uebertragungen vergangener Jahre gesehen hat, muss zugeben, dass in der Zwischenzeit gewaltige Fortschritte gemacht worden sind. Sowohl das Baird- als auch das Marconi-System können heute als «reif» erachtet werden. So ist denn auch in der englischen Presse schon viel über den Beginn der öffentlichen Fernseh-Darbietungen geschrieben worden. Wenn sich dieser Beginn etwas verzögerte, so liegt dies an der klugen Politik der Broadcasting Corporation, welche die Versuchsperiode erst dann gegen kontinuierliche Fernseh-Uebertragungen eintauschte, als sie die Gewissheit besass, eine wohlwollende Kritik von Seiten der Oeffentlichkeit einzuheimsen. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass bei den vorhandenen Kräften und Mittel die Ingenieure unter der tüchtigen Leitung der Marconi-, Baird- und Broadcasting-Gesellschaft bald das selbstgesteckte Ziel erreichen werden. *Walter Ohr,* London.

Die Normen der beiden Londoner Fernsehsysteme.

621.397.5

(Wir entnehmen das folgende der «Elektrischen Nachrichtentechnik» Bd. 13 [1936], Heft 4.)

Auf Verlangen der Britischen Rundfunkgesellschaft haben die beiden englischen Fernseh-Gesellschaften Baird und Marconi-EMI vor dem Baubeginn verbindliche Angaben über technische Einzelheiten der von ihnen zu verwendenden Systeme gemacht. Diese Angaben sind insbesondere für die sich mit dem Bau von Fernsehempfängern befassenden englischen Firmen bestimmt; sie beanspruchen aber auch das allgemeine Interesse und sollen daher nachstehend wiedergegeben werden.

Das Baird-System.

Angaben über das ausgestrahlte Zeichen.

Fig. 1 zeigt die bildmodulierte Trägerwelle sowie die Synchronisierimpulse. Der Bereich der Bildmodulation erstreckt sich von 40 ± 2,5 % bis zu 100 % (von Schwarz auf Weiss), während zur Uebermittlung der Synchronisierimpulse der Bereich von 2,5 ± 2,5 % bis 40 ± 2,5 % dient.

Der rechteckige Zeilen-Synchronisierimpuls nimmt 8 % der zur Abtastung einer Zeile erforderlichen Gesamtzeit ein und liegt zwischen zwei Zeilen, der Bild-Synchronisierimpuls füllt die Zeit der Abtastung von zwölf Zeilen aus und liegt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildern. Bei Betrachtung des Empfangsbildes von vorne verläuft der abtastende Lichtstrahl von links nach rechts (Zeile) und von oben nach unten (Bild). Für jeden Zeilen-Synchronisierimpuls werden weitere 2 % der Abtastzeit, für jeden Bild-Synchronisierimpuls weitere acht Zeilen zur Bildung eines «Bildstrichs» (Schwarzstreifens) ausgeblendet.

Die Gesamtzahl der Zeilen beträgt 240 pro Bild, die nacheinander waagerecht abgetastet werden bei 25 Bildwechseln in der Sekunde. Bei einer Bildfrequenz von 25 erhalten wir also eine Zeilenfrequenz von 6000. Das Bildformat ist ein waagerecht liegendes Rechteck mit dem Seitenverhältnis von 4 : 3.

Man bedient sich der Amplitudenmodulation, bei der zunehmende Helligkeit einer Vergrösserung der Amplitude entspricht. Die höchste Modulationsfrequenz ist 960 000 Hz.

Das Marconi-EMI-System.

Angaben über das ausgestrahlte Zeichen.

Das Fernsehsystem Marconi-EMI überträgt in der Sekunde 25 Bilder von je 405 Zeilen. Angewandt wird das Zeilensprungverfahren, bei dem ein Bild in zwei ineinander passende Raster (ungeradzahlige und geradzahlige Zeilen) zerlegt wird, die nacheinander übertragen werden, so dass die Rasterfrequenz 50 Hz beträgt. Die Seitenbänder des Senders erstrecken sich zu beiden Seiten der Trägerfrequenz bis zu etwa 2,5 Millionen Hz, entsprechend der Modulationsfrequenz. Die modulierte Trägerwelle wird durch Fig. 2 veranschaulicht.

Zeilenfrequenz: 10 125 Zeilen/s, von links nach rechts abgetastet, wenn man vor dem empfangenen Bilde steht.

Rasterfrequenz: 50 Raster/s, von links oben nach rechts unten abgetastet, bezogen auf das Empfangsbild.

Art der Abtastung: Abgetastet wird nach dem Zeilensprungverfahren. Zwei Raster, jeder mit 202,5 Zeilen, werden überdeckt und ergeben ein Gesamtbild von 405 Zeilen bei 25 vollständigen Bildern in der Sekunde. Die ungerade Zahl der Zeilen für ein ganzes Bild (405) bedingt das Ineinandergreifen der Raster. Da der Sprung vom ungeradzahligen zum geradzahligen Raster in der Mitte einer Zeile erfolgt, befindet sich der abtastende Strahl gerade an der Stelle der ersten gradzahligen Zeile.

Zeitlicher Abstand der Zeilen: Zwischen den Bildzeichen aufeinanderfolgender Zeilen liegen Zwischenräume, die genügend Zeit für die Uebertragung eines Zeilensynchronisierzeichens und für den Rücklauf des Kathodenstrahls an den Anfang der nächsten Zeile lassen. Der zeitliche Mindestabstand zwischen den Bildzeichen aufeinanderfolgender Zeilen beträgt 15 % der gesamten Uebertragungszeit einer Zeile, d. h. 15 % von 1/10 125 s. Die ersten 10 % dieses zeitlichen Abstandes werden von dem Zeilensynchronisierzeichen und die verbleibenden 5 % von einem der Stärke nach einem «Schwarz» entsprechenden Zeichen (Bildstrich) ausgefüllt. Die übrigen 85 % der gesamten Zeilenübertragungszeit stehen für die Bildzeichen zur Verfügung.

Zeitlicher Abstand der Bildfolgen: Zwischen den Bildzeichen aufeinanderfolgender Raster bestehen zeitliche Zwischenräume. Der zeitliche Mindestabstand beträgt zehn Zeilen, so dass 192,5 wirksame Zeilen pro Raster oder 385 wirksame Zeilen für ein vollständiges Bild übrigbleiben.

Verhältnis der Bildabmessungen: Das Seitenverhältnis des abgetasteten Rechtecks beträgt 5 : 4.

Gleichstrommodulation: Einem bestimmten mittleren Amplitudenwert entspricht eine bestimmte Bildhelligkeit. Die Ausgangsleistung des Hochfrequenzsenders wird in Prozentsätzen des Spitzenwertes des Antennenstroms angegeben.

Bildmodulation: Die Bildmodulation wird in der Weise angewandt, dass ein Ansteigen der Trägerstromamplitude eine Zunahme der Bildhelligkeit bedeutet. Die Bildzeichen haben Werte zwischen 30 % und 100 % der Maximalamplitude. Der Betrag, um den der übermittelte Trägerstrom 30 % überschreitet, stellt die Helligkeit des jeweils abgetasteten Bildpunktes dar.

Synchronisiermodulation: Die rechteckigen Synchronisierimpulse füllen den Bereich von 0 bis 30 % der Maximalamplitude aus.

Zeilensynchronisierzeichen: Die Zeilensynchronisierzeichen haben eine Dauer von $^1/_{10}$ der Uebertragungszeit einer Zeile; ihnen folgt für $^1/_{20}$ Zeilenlänge eine «Schwarz»-Aussteuerung (30 %).

Bildsynchronisierzeichen: Die Bildsynchronisierzeichen bestehen aus zwei Impulsen pro Zeile, deren jeder $^4/_{10}$ einer Zeile einnimmt; beiden schliesst sich für je $^1/_{10}$ Zeilenlänge eine Schwarzaussteuerung (30 %) an. Am Ende der geradzahligen Raster setzt der erste Rasterimpuls zusammen mit

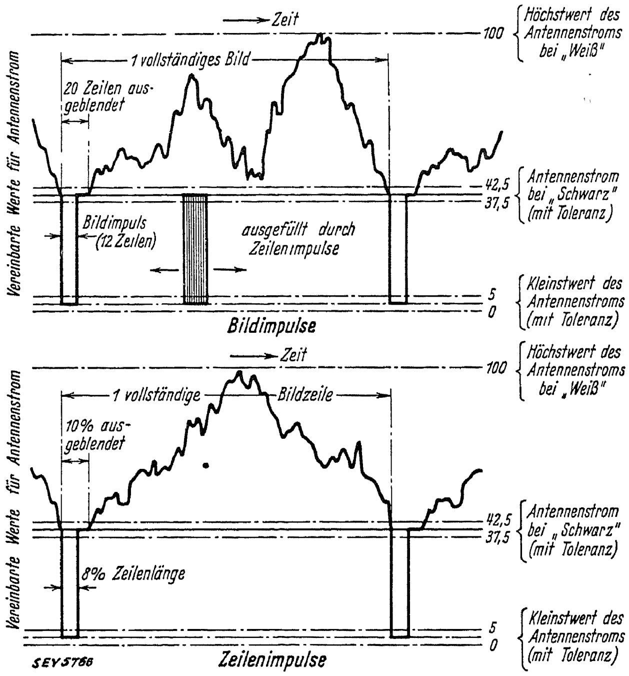


Fig. 1.
Baird-System.

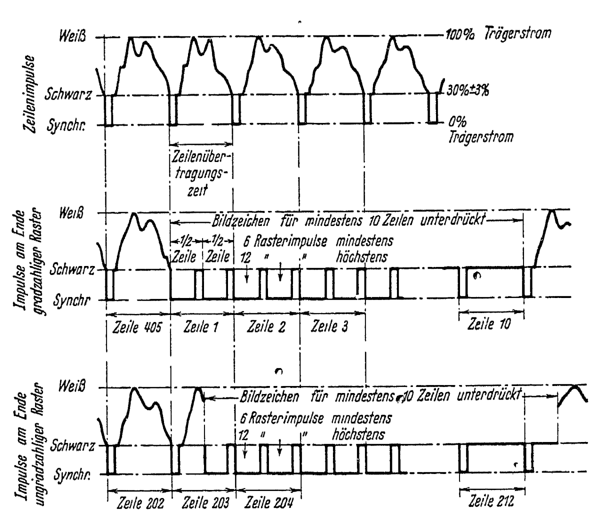


Fig. 2.
Marconi-EMI-System.

Vergleichende Uebersicht des Baird- und Marconi-EMI-Systems.

		Baird	Marconi-EMI
Zahl der Rasterwechsel	pro Bild	1	2
	in der Sekunde	25	50
Zahl der Zeilen	für ein Bild	240	405
	für einen Raster	240	202,5
	in der Sekunde	6000	10 125
Seitenverhältnis eines Bildes		4 : 3	5 : 4
Zeile. Gesamtzeit in Mikrosekunden pro	ganze Zeilenlänge	166,666	98,765
	Synchronisierimpuls	13,333	9,876
	Bildstrich	3,333	4,983
	wirksame Zeilenlänge	150,0	83,95
Bild. Gesamtzeit in Millisekunden pro	Bild bzw. Raster	40	20
	Synchronisierimpuls	2	0,2963 — 0,5926
	Bildstrich	1,333	0,6914 — 0,3951
	wirksame Abtastzeit	36,666	19,0123
Verhältnis des Bildstrichs zur Abtastzeit	eines Rasters	1 : 27,5	1 : 27,5 — 1 : 48,1
	einer Zeile	1 : 45	1 : 17
Zahl der Zeilen eines Rasters für	Synchronisierung	12	3 — 6
	Bildstrich	8	7 — 4
	wirksames Bild	220	192,5
Anteil einer Zeile an	Synchronisierung	8 %	10 %
	Bildstrich	2 %	5 %
	wirksames Bild	90 %	85 %
Modulationsbereich von Schwarz auf Weiss		40 — 100 %	30 — 100 %
Spielraum während eines Programms		± 2,5 %	± 3 %
Zusätzlicher Spielraum während eines ganzen Tages		—	± 3 %
Modulationsbereich für Synchronisierung		0 — 40 %	0 — 30 %

dem Zeilenimpuls ein, am Ende der ungeradzahligen Raster nach Verlauf einer halben Zeile. Zum Schluss jeden Rasters werden mindestens sechs Rasterimpulse übertragen, ihre Zahl kann jedoch bis auf zwölf Impulse beliebig erhöht werden. Für die noch verbleibende Zeit zwischen den Rastern werden gewöhnliche Zeilensynchronisierimpulse übertragen.

Aenderungen der übertragenen Sendezeichen: Die Werte für die Zeilensynchronisierlücke (15 %) der Zeilenlänge und Rastersynchronisierlücke (10 Zeilen) sind die beim Sender benutzten *Mindest*zeitabstände. Während der ersten Betriebszeit des Senders können gewisse Uebertragungen längere Zeitabstände zwischen den Zeilen und Rastern haben; diese verlängerten Zeitabstände entsprechen der Uebertragung eines das ganze Bild umrahmenden Schwarzstreifens. Der 30 %-Wert ist der «Schwarz»pegel, unterhalb dessen kleine Bildzeichen vorkommen und über den hinaus sich keine Synchronisierzeichen erstrecken. Der mittlere Schwarzpegel irgendeiner Uebertragung beträgt 30 % ± 3 % der Maximalamplitude, für den im Laufe eines Tages noch eine weitere Schwankung von ± 3 % zulässig ist. Der übrige Trägerstrom bleibt während der Uebertragung eines Synchronisierimpulses unter 5 % der Maximalamplitude.

Zeilen- und Rasterfrequenz werden mit der 50periodigen Netzfrequenz gekoppelt und unterliegen daher den Frequenzschwankungen des Netzes.

Fernsehtechnik auf der Berliner Funkausstellung.

621.397.6

Auf der Berliner Funkausstellung war wiederum wie in den letzten Jahren eine Abteilung dem Fernsehen gewidmet. Im folgenden seien zwei Fernsehanlagen besprochen:

I. Fernseh-Aufnahmewagen der Deutschen Reichspost.

Der Grundgedanke des Zwischenfilmverfahrens ist folgender: Die zu übertragende Szene wird mit einer Tonfilmkamera aufgenommen; der Film gelangt von der Kamera durch einen lichtdichten Kanal in das Entwickel-, Fixier- und Spülbad, wird dann nach einer entsprechenden Trocknung einem Projektorwerk zugeführt und schliesslich aufgespult. Das projizierte Bild wird in bekannter Weise mit Hilfe einer im Vakuum mit 6000 Umdr./Sekunde laufenden Lochscheibe zerlegt. Die Bildimpulse sowie die gleichzeitig erzeugten Gleichlauf- oder Synchronisierimpulse werden in einer Verstärkeranlage verstärkt und über ein einziges Kabel auf den drahtlosen Bildsender gegeben. Der Ton wird über ein besonderes Kabel dem Tonsender zugeführt. Der neue Fernseh-Aufnahmewagen (Fig. 1), den die Deutsche Reichspost der Fernseh A.-G. in Auftrag gegeben hat, ist so gebaut, dass er im Freien und auch im Atelier Verwendung finden kann. Die Anlage besteht aus folgenden Teilen:

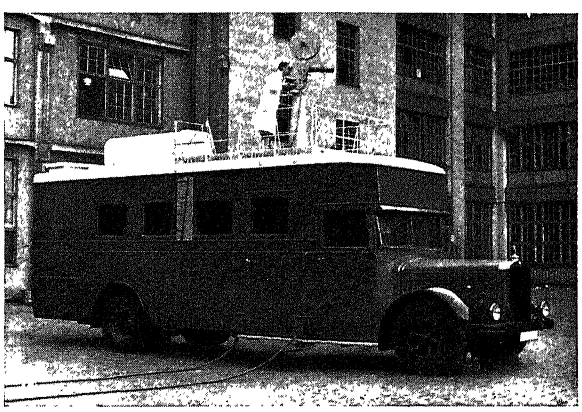


Fig. 1.
Fernsehaufnahmewagen.

a) Tonfilmkamera spezieller Bauart, eingerichtet für Film normaler Breite, auf dem jedoch Bilder im Schmalfilmformat (9·10,5 mm) aufgenommen werden. Hierdurch wird eine bedeutende Verringerung der Betriebskosten erreicht, und es kann ausserdem genügend Platz für die Tonspur vorgesehen werden.

b) Hauptapparatur, umfassend den Antrieb für den Filmvorschub, die Bäder zur Entwicklung, Fixierung und Wässerung des Films, das Filmtrockengerät, das Projektorwerk mit Projektionslampe und das Zerlegergehäuse mit Abtastscheibe (Fig. 2).

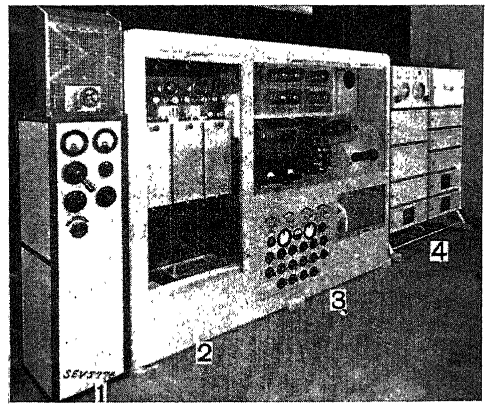


Fig. 2.
Apparatur des Fernsehaufnahmewagens.
1 Anschlusstransformator.
2 Photochemischer Teil mit Entwickel-, Fixier- und Spülbad.
3 Hauptteil mit Vortrockner (oben), Projektionslampe, Projektor, Zerlegergehäuse, Bedienungstafel (unten).
4 Verstärker.

c) Verstärkeranlage, zunächst für 180 Zeilen, 25 Bildwechsel pro Sekunde eingerichtet, lässt sich jedoch innerhalb kurzer Zeit auf eine höhere Zeilenzahl nach dem Zeilensprungverfahren umstellen.

Verglichen mit Uebertragungen mit Hilfe einer Elektronenkamera bietet das Zwischenfilmverfahren den Vorteil, dass die *Uebertragung durch den Film festgehalten* wird und *jederzeit wiederholt* werden kann.

II. Grossbildempfänger für Fernsehen.

Bei dem neuen Telefunken-Grossbildempfänger wird eine Braunsche Röhre zum Zeichnen des Bildes verwendet und dieses Bild vom Schirm der Röhre aus mit Hilfe einer Optik auf einen Schirm von der Grösse 1·1,20 m geworfen (Fig. 3).

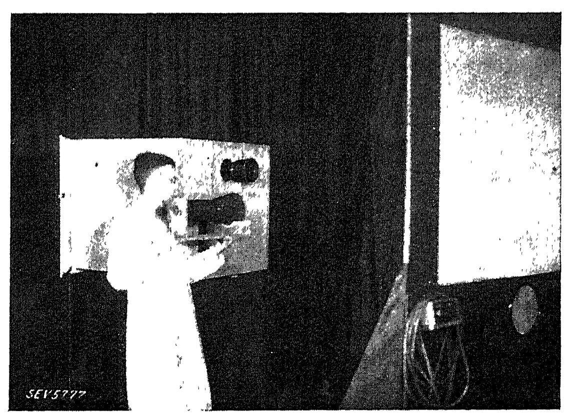


Fig. 3.
Telefunken-Grossbildempfänger.

Der physikalische Vorgang mag, so geschildert, sehr einfach erscheinen, doch waren genug technische Schwierigkeiten zu überwinden. Zunächst musste eine neue Braunsche Röhre entwickelt werden, mit der man ein zur Vergrösserung geeignetes, scharf gezeichnetes, kontrastreiches und sehr

helles Bild erzeugen konnte. Eine Röhre mit gewölbtem Boden kann man nicht verwenden, da Verzerrungen bei der Vergrösserung auftreten würden. Man schuf daher eine neue Röhre mit *flachem Boden*, auf den der Elektronenstrahl ein Bild von der Grösse 5·6 cm zeichnet (Fig. 4). Die Stärke des Glases beträgt etwa 10 mm, um ein Zusammendrücken durch den Luftdruck zu verhindern. Um eine hohe Helligkeit des Bildes zu erzielen, mussten Spannungen von 20 000 Volt zur Beschleunigung der Elektronen angelegt werden. Selbstverständlich müssen dann auch die Ablenkspannungen

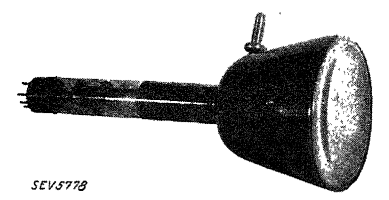


Fig. 4.
Braunsche Röhre mit flacher Bildfläche.

des Elektronenstrahls grösser sein. Fig. 5 zeigt den in Fig. 3 von vorne gesehenen Empfänger von hinten; unten ist der «Super» für den Empfang und die Verstärkung der ultrakurzen Fernsehschwingungen; oben erkennt man die Kathodenstrahlröhre, in der Mitte und zu beiden Seiten die zu ihrem Betrieb erforderlichen Hilfsgeräte, u. a. den Netzanschlussapparat und die Kippgeräte für Bild- und Zeilenablenkung.

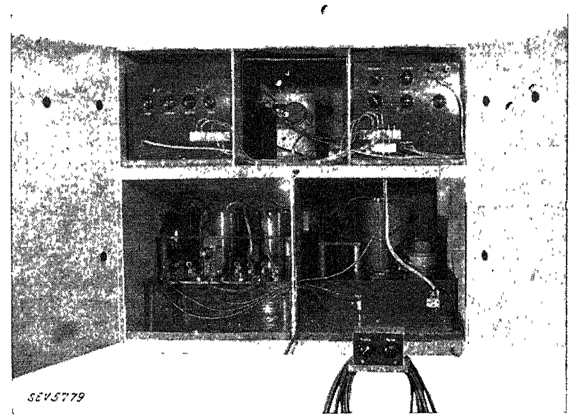


Fig. 5.
Telefunken-Grossbildempfänger von hinten.
Die Kathodenstrahlröhre befindet sich im mittleren Fach oben.

Der Fernsehempfang durch dieses neue Telefunken-Gerät wirkt so wie eine Schmalfilmvorführung. Die günstigste Bildwirkung hat man in einer Entfernung von etwa 6 bis 8 m. Bei der Grösse des Bildes kann eine Gesellschaft von 20 Personen der Vorführung folgen. *A. Stäger.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Elektroküchen im Bahnbetrieb.

621.364.5 : 643.3

Durch die Abwertung erfahren die industriellen Rohstoffe, die ja nahezu ausnahmslos importiert werden müssen, eine Verteuerung von 43 % und das Bemühen, diese Verteuerung sich möglichst wenig auf die Wirtschaft auswirken zu lassen, wird nur dann Erfolg haben, wenn u. a. wenigstens jene wenigen Mittel, die uns das Land selbst liefert, intensiv ausgenützt und im Preise tief gehalten werden.



Fig. 1.
Mitropa-Speisewagen der Rhätischen Bahn mit elektrischer Küche.

Zu den leider sehr spärlichen Ausnahmen an solchen Mitteln zählt die elektrische Energie als Wärmequelle, wobei die mögliche, bessere Ausnützung der Kraftwerke und Verteilungsanlagen vielleicht sogar, trotz der zu erwartenden Verteuerung des Unterhaltes und Ausbaues hier und dort zu Tarifsenkungen führen kann. Auf dem ganzen Gebiet der Elektrowärmetechnik scheinen neue, weitgreifende Werbungen nützlich zu sein, denn wenn die Preise von Kohle und Oel nun steigen, so ist manche Wärmekostenberechnung zu revidieren. Aus denselben Gründen dürften die oft politischen oder kommunalwirtschaftlichen Preisgestaltungen und die mancherorts fast prohibitiven Belastungen der elektrischen Energie mit öffentlichen Abgaben einem umfassenden, höheren Ziel unterzuordnen sein, nämlich jenem, im Interesse einer Teuerungsverminderung der Elektrowärme neue Gebiete zu erschliessen, die bereits mehr oder wenig erfassten Gebiete auszudehnen und für das Studium von Neuanwendungen Auftrieb zu schaffen. Wie sich die Abwertung beispielsweise auf die Gaspreise auswirkt, ist noch nicht ganz zu übersehen. Eine starke Ausbreitung der elektrischen Küche wird jedenfalls erfolgen und auch unumgänglich nötig sein. Gleiches ist von den elektrischen Bäckerei- und Konditoreiöfen und von den elektrischen Grossküchen zu sagen.

Es sollen hier nicht die vielen und naheliegenden, noch unausgeschöpften Elektrowärmeanwendungsmöglichkeiten aufgezählt werden, sondern eine etwas stiefmütterlich behandelte erwähnt werden, auf die man stösst, wenn sich die Aufgabe der Elektrifizierung der Bahnhofküchen stellt: Ersatz der Kohleküche der Speisewagen durch die elektrische Küche, bei welcher Elektrowärmeanwendung ausser den Vorteilen der Betriebskostensenkung noch besondere, dem elektrischen Betrieb zuzusprechende zu finden sind.

Seit der Einführung der elektrischen Küche in den Speisewagen der Mitropa auf der Rhätischen Bahn und der Berninabahn (siehe Schweiz. Bauztg. Bd. 97 [1931], S. 88 und S. 181) war bei andern Bahnen trotz der guten Ergebnisse kein Fortschritt auf diesem Gebiete zu verzeichnen, was z. T. auf die etwas ungünstigen Spannungsverhältnisse und Spannungsschwankungen, auf die Bahnsteiganschlüsse und wohl auch auf die Verwaltungsorganisation zurückgeführt werden mag. Inzwischen gesammelte Erfahrungen, auch die Fortschritte im Bau der Elektrowärmegeräte, sodann die fortgeschrittene Elektrifizierung der Schweiz. Bundesbahnen lassen bei der heute gänzlich veränderten Betriebskostenberechnung eine erneute Anstrengung auf diesem Gebiete zweckmässig erscheinen, sind doch die speziellen Vorzüge der elektrischen Küche im Speisewagen von besonderer Bedeutung: die absolute Reinlichkeit, insbesondere der Wegfall des Kohlelagers, dann auch Wegfall des Kohlefassens, der Fortfall der

(Fortsetzung Seite 680)

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	E. W. Winterthur		S. I. de La Chaux-de-Fonds		E. W. Stäfa		E. W. Horgen	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
1. Production d'énergie . kWh	—	—	8 016 000	7 436 400	—	—	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	41 733 413	37 728 774	2 127 700	2 387 350	1 836 340	1 830 875	4 105 368	4 248 313
3. Energie distribuée . . kWh	38 351 574	35 855 221	6 624 700	6 677 600	/	/	4 105 368	4 248 313
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	+ 7	+ 8,6	— 1	— 2	0	—	— 3	— 3,5
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	3 551 656	2 906 012	—	—	—	—	—	—
11. Charge maximum . . kW	9 600	9 100	3 100	3 330	455	450	1 093	1 114
12. Puissance installée totale kW	82 554	78 363	?	?	5 280	5 110	8 223	8 770
13. Lampes . . . . . . nombre	217 488	213 600	?	?	20 694	20 231	40 138	39 734
kW	10 651	10 550	?	?	780	761	1 405	1 390
14. Cuisinières . . . . . nombre	408	369	?	?	567	558	134	130
kW	2 190	1 901	?	?	1 255	1 207	648	600
15. Chauffe-eau . . . . nombre	1 760	1 646	440	480	236	216	353	343
kW	2 010	1 902	?	?	264	248	443	429
16. Moteurs industriels . nombre	11 761	11 097	2 251	2 163	520	502	815	988
kW	42 998	41 585	4 595	4 441	1 204	1 145	2 430	2 929
21. Nombre d'abonnements . . .	29 160	27 820	16 510	16 478	2 104	2 095	3 284	3 274
22. Recette moyenne par kWh cts.	8,2	8,9	/	24,5	—	—	10,5	10,7
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
34. Capital de dotation . . . »	2 927 300	2 555 464	?	?	30 000	30 000	345 970	
35. Valeur comptable des inst. »	2 546 467	2 555 464	3 737 886	3 979 749	4	4	194 009	
36. Portefeuille et participat. »	—	—	—	—	—	—	—	
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	3 128 404	3 119 321	1 691 547	1 655 283	196 586	201 130	432 879	
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
43. Autres recettes . . . . . »	167 953	149 697	68 734	66 387	68 394	80 067	6 244	
44. Intérêts débiteurs . . . . »	156 882	153 481	141 070	155 390	—	—	11 849	
45. Charges fiscales . . . . »	—	—	—	—	—	—	764	
46. Frais d'administration . . »	248 157	248 478	204 334	228 568	17 727	17 882	27 218	
47. Frais d'exploitation . . . »	220 524	171 759	447 735	410 711	73 826	67 042	62 678	
48. Achats d'énergie . . . . »	1 376 696	1 307 410	102 285	109 803	87 345	88 373	191 538	
49. Amortissements et réserves »	373 424	326 543	338 862	335 410	—	—	21 298	
50. Dividende . . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	
51. En % . . . . %	—	—	—	—	—	—	—	
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	907 659	1 061 343	525 000	475 000	35 000	43 000	111 598	
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	9 444 970	9 092 543	10 205 856	10 195 644	?	?	1 516 727	1 501 729
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	6 898 503	6 537 079	6 467 970	6 215 895	?	?	1 322 718	1 301 720
63. Valeur comptable . . . . »	2 546 467	2 555 464	3 737 886	3 979 749	?	?	194 009	200 009
64. Soit en % des investissements	27	28	36,7	39,0	?	?	12,8	13,3

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie*): Production hydraulique 1934/35	Production hydraulique 1935/36	Production thermique 1934/35	Production thermique 1935/36	Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles 1934/35	Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles 1935/36	Energie importée 1934/35	Energie importée 1935/36	Energie fournie aux réseaux 1934/35	Energie fournie aux réseaux 1935/36	Différence par rapport à l'année précédente	Accumulation d'énergie*): Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois 1934/35	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois 1935/36	Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage 1934/35	Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage 1935/36	Exportation d'énergie *) 1934/35	Exportation d'énergie *) 1935/36
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	374,2	385,4	0,5	0,7	2,7	5,3	—	—	377,4	391,4	+ 3,7	503	598	— 5	+ 9	106,3	113,7
Novembre .	349,1	387,2	2,0	1,3	1,9	2,2	2,6	—	355,6	390,7	+ 9,9	475	581	— 28	— 17	85,2	113,6
Décembre .	344,9	410,2	1,9	1,6	3,0	2,8	3,6	—	353,4	414,6	+17,3	441	551	— 34	— 30	87,5	123,4
Janvier . . .	371,0	399,6	2,1	1,3	2,5	3,0	3,1	0,9	378,7	404,8	+ 6,9	338	524	—103	— 27	94,8	118,8
Février[6]) . .	332,3	374,7	1,4	1,3	2,2	2,7	2,5	1,6	338,4	380,3	+12,4	292	464	— 46	— 60	87,1	111,0
Mars	369,6	383,2	0,5	0,7	1,9	2,4	1,8	1,7	373,8	388,0	+ 3,8	245	401	— 47	— 63	108,5	113,0
Avril	355,6	374,9	0,2	0,2	1,9	1,4	—	—	357,7	376,5	+ 5,3	251	391	+ 6	— 10	104,4	119,2
Mai	368,7	388,5	0,2	0,2	9.0	7,0	—	—	377,9	395,7	+ 4,7	318	438	+ 67	+ 47	122,4	138,6
Juin	334,0	368,0	0,4	0,2	8,1	6,7	—	—	342,5	374,9	+ 9,5	455	534	+137	+ 96	117,2	129,6
Juillet	378,0	365,6	0,3	0,3	8,3	7,0	—	—	386,6	372,9	— 3,5	522	653	+ 67	+119	141,6	121,1
Août	390,4	366,4	0,4	0,2	8,3	6,9	—	—	399,1	373,5	— 6,4	572	672	+ 50	+ 19	148,9	125,8
Septembre .	381,0	399,9	0,3	0,2	7,9	6,3	—	—	389,2	406,4	+ 4,4	589	681	+ 17	+ 9	145,9	139,3
Octobre . .													637		— 44		
Année	**4348,8**	**4603,6**	10,2	8,2	57,7	53,7	13,6	4,2	**4430,3**	**4669,7**	+ 5,4	—	—	—	—	**1349,8**	**1467,1**

Mois	Distribution d'énergie dans le pays: Usages domestiques et artisanat 1934/35	Usages domestiques et artisanat 1935/36	Industrie 1934/35	Industrie 1935/36	Electrochimie, métallurgie, thermie[1]) 1934/35	Electrochimie, métallurgie, thermie[1]) 1935/36	Excédents livrés pour les chaudières électriques[2]) 1934/35	Excédents livrés pour les chaudières électriques[2]) 1935/36	Traction 1934/35	Traction 1935/36	Pertes et énergie de pompage[3]) 1934/35	Pertes et énergie de pompage[3]) 1935/36	Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage 1934/35	non compris les excédents et l'énergie de pompage 1935/36	y compris les excédents et l'énergie de pompage[4]) 1934/35	y compris les excédents et l'énergie de pompage[4]) 1935/36	Différence par rapport à l'année précédente[5])
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	107,6	110,6	50,5	47,4	19,9	18,9	17,8	28,1	22,4	22,4	52,9	50,3	243,8	243,2	271,1	277,7	+ 2,4
Novembre .	112,4	111,3	50,3	45,6	19,2	17,7	13,5	30,5	23,4	21,7	51,6	50,3	248,1	239,5	270,4	277,1	+ 2,5
Décembre .	116,0	120,8	47,0	45,2	15,5	18,4	11,8	28,6	23,4	24,7	52,2	53,5	246,6	255,0	265,9	291,2	+ 9,5
Janvier . . .	122,3	115,1	49,2	43,8	17,5	20,0	15,3	34,5	24,7	22,7	54,9	49,9	263,5	245,3	283,9	286,0	+ 0,7
Février[6]) . .	104,3	104,9	44,2	42,1	15,9	18,6	17,4	35,1	21,5	21.3	48,0	47,3	228,6	229,9	251,3	269,3	+ 7,2
Mars	106,5	104,3	44,8	44,5	16,6	20,1	23,5	35,9	22,0	20,9	51,9	49,3	234,0	234,2	265,3	275,0	+ 3,7
Avril	95,6	95,7	44,4	43,9	20,1	21,1	23,1	35,6	17,7	16,8	52,4	44,2	214,8	216,6	253,3	257,3	+ 1,6
Mai	94,3	93,6	46,0	43,4	21,2	23,7	23,6	32,6	17,3	16,9	53,1	46,9	215,4	217,8	255,5	257,1	+ 0,6
Juin	85,7	90,3	43,0	42,9	19,2	21,4	20,6	29,3	17,1	16,8	39,7	44.6	199,4	208,3	225,3	245,3	+ 8,9
Juillet	91,6	91,5	47,7	44,7	19,6	24,3	21,4	30,7	18,5	18,2	46,2	42,4	216,0	215,0	245,0	251,8	+ 2,7
Août	94,3	91,9	49,0	43,1	20,3	24,6	21,2	25,5	18,6	18,3	46,8	44,3	222,0	216,2	250,2	247,7	— 1,0
Septembre .	94,7	100,5	47,2	44,8	18,5 (5,4)	25,6 (6,4)	20,0 (20,0)	28,4 (28,4)	17,9	17,6	45,0 (0,6)	50,2 (2,5)	217,3	229,8	243,3 (26,0)	267,1 (37,3)	+ 9,8
Année	**1225,3**	**1230,5**	563,3	531,4	223,5 (54,0)	254,4 (54,0)	229,2 (229,2)	374,8 (374,8)	244,5	238,3	594,7 (47,8)	573,2 (23,0)	**2749,5**	**2750,8**	**3080,5** (331,0)	**3202,6** (451,8)	+ 4,0 (+ 36,5)

*) Cette statistique comprend les renseignements nouvellement recueillis pour la Dixence dès le 4 novembre 1934 (accumulation dès le 12 août 1934) et pour Klingnau dès le 3 février 1935.

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.

[2]) Chaudières à électrodes.

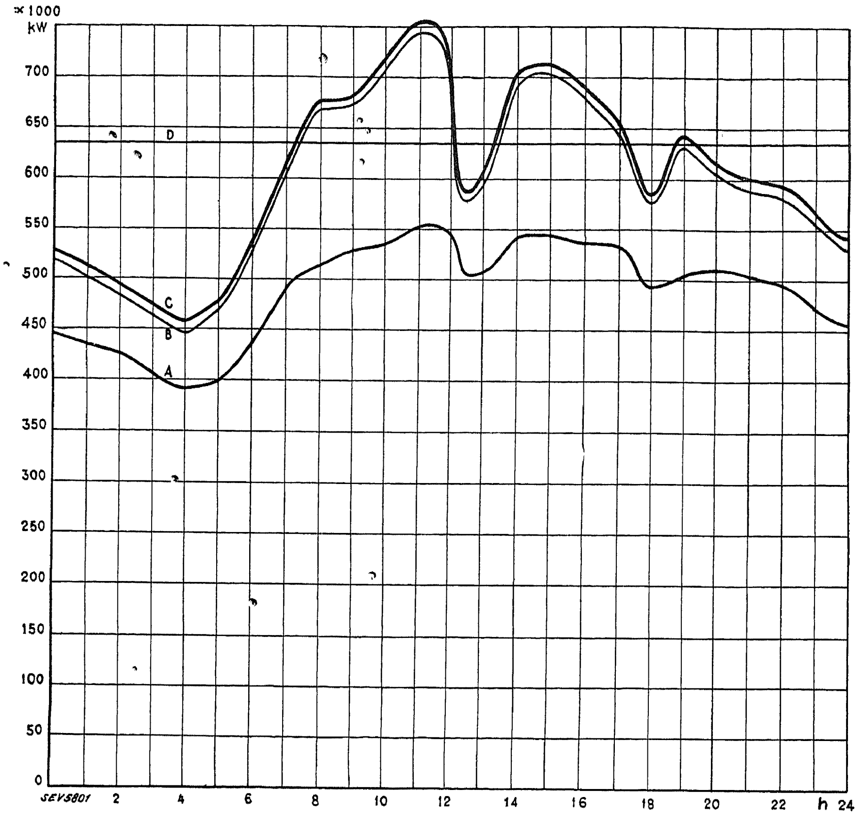
[3]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

[4]) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.

[5]) Concerne les colonnes 16 et 17.

[6]) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 16 septembre 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	636
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1291

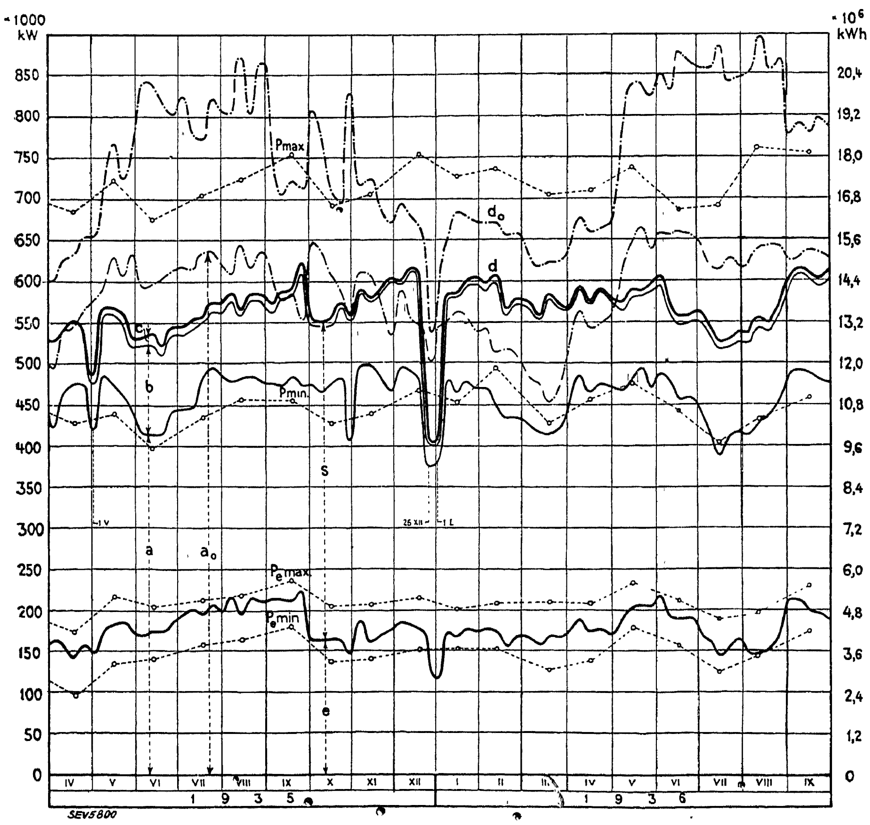
2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)
A—B Usines à accumulation saisonnière
B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	11,7
Usines à accumulation saisonnière	2,7
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 16 septembre 1936	14,4
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,2
Total, mercredi le 12 septembre 1936	14,6
Production, samedi le 19 septembre 1936	12,9
Production, dimanche le 20 septembre 1936	9,1

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à septembre 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)
a_0 Usines au fil de l'eau
d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*
a Usines au fil de l'eau
b Usines à accumulation saisonnière
c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation
d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*
s dans le pays
e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*

P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément
$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

Hitzebelästigung des Personals in dem auf das äusserste Minimum beschränkten Küchenraum, Wegfall der Brandgefahr,

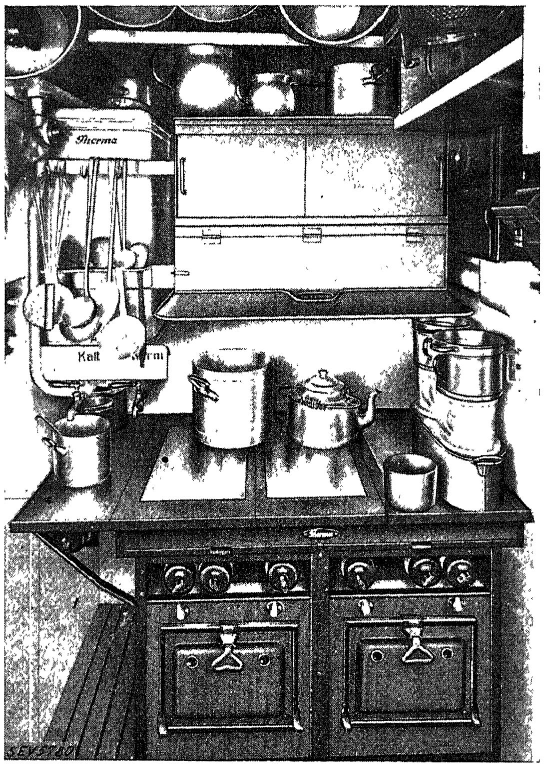


Fig. 2.
Elektrische Küche im Mitropa-Speisewagen Fig. 1.

erleichterte und daher zweckmässigere Dispositionsmöglichkeit der Apparate.

In den Speisewagen der Mitropa auf der Rhätischen Bahn umfasst die elektrische Küche einen Kochherd mit 3 rechteckigen Kochplatten zu je 4,0 kW mit 2 darunter liegenden Bratöfen zu je 2,5 kW; dem Kochherd ist eine Wärmeplatte von 1,35 kW angebaut. Ausserdem sind 3 Steckdosen für den Anschluss von Einzelgeräten vorhanden, ferner ein 50-Liter-Heisswasserspeicher. Um die grossen Spannungsschwankungen der Fahrleitungen auszugleichen, sind die Küchenapparate zusammen umschaltbar an Anzapfungen eines Autotransformators angeschlossen; die Energie wird der Heizleitung entnommen. Für die Möglichkeit des Benützens der Apparate bei abgekuppelter Lokomotive dienen die Heizungsanschlüsse in Chur, Reichenau, Samaden und St. Moritz. Die Rentabilität dieser Küchen war bisher, nach dem erwähnten Aufsatz in der Schweiz. Bauztg., bei Energiepreisen von 6 Rp./kWh für das Kochen und von 7,8 Rp./kWh für den Heisswasserspeicher gewährleistet, wie üblich, ohne die bekannten und erwähnten Vorteile des elektrischen Küchenbetriebes zahlenmässig in die Rechnung einzustellen; diese Zahlen werden durch die zukünftige Kohlepreisgestaltung eine wesentliche Verschiebung zugunsten der elektrischen Küche erfahren. Fig. 1 zeigt den Speisewagen der Mitropa auf der Rhätischen Bahn, Fig. 2 dessen elektrische Kücheninstallation.

Auch im Ausland sind erneut Bestrebungen im Gange, die Speisewagenküchen in grösserem Umfange zu elektrifizieren und werden voraussichtlich rascher verwirklicht sein als in der Schweiz. *S.*

Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte dem Elektrizitätswerk Basel als Ersatz für die bis 31. Oktober 1936 gültige, auf maximal 1500 kW lautende vorübergehende Bewilligung V 68, die Bewilligung Nr. 139 für die Ausfuhr von maximal 1000 kW elektrischer Energie an die Usine à Gaz et d'Electricité d'Huningue-St. Louis in Hüningen (Elsass). Die Bewilligung Nr. 139 ist gültig bis 31. Dezember 1940.

Miscellanea.

In memoriam.

Gaston Guex †. Nach menschlichem Ermessen viel zu früh ist am 3. Oktober Ingenieur Gaston Guex, Direktor der elektrischen Bahn Stansstad-Engelberg aus diesem Leben abberufen worden, zu früh für seine Familie, für das von ihm geleitete Bahnunternehmen und seine vielen Freunde und Bekannten. Zahlreich sind unter den letzteren auch diejenigen, die den Verstorbenen durch seine Tätigkeit auf dem Gebiete des Militärwesens, das ihn bis zum Grad eines Obersten der Genietruppen aufsteigen liess, kennen und schätzen lernten.

Wenn schon Herr Guex erst im Jahre 1919 dem SEV als Einzelmitglied beitrat, so hatte er sich doch vorher schon, wie uns bekannt ist, für die Bestrebungen des SEV interessiert. Dieses Interesse bekundete er namentlich auch später, nachdem er seine Stellung als Betriebsleiter in Horgen aufgegeben hatte, wie dann als Direktor der elektrischen Bahn Stansstad-Engelberg und brachte es bis in die neueste Zeit durch seine Besuche im Vereinsgebäude des SEV und durch Teilnahme an Generalversammlungen zum Ausdruck.

Aus der Feder des Präsidenten der Sektion Waldstätte des SIA, Ingenieur A. Röllin, ist im Luzerner Tagblatt vom 7. Oktober ein warm empfundener Nachruf auf Ingenieur Guex, der auch Mitglied des SIA war, erschienen. Zusammen mit unseren vieljährigen angenehmen Beziehungen mit dem Dahingeschiedenen möchten wir daraus zur Erinnerung an ihn an dieser Stelle folgendes festhalten: Gaston Guex war am 17. April 1878 in Zürich als Sohn des Direktors Guex der Papierfabrik an der Sihl geboren; durch seine Mutter hatte er verwandtschaftliche Beziehungen zur Familie Schäppi in Winterthur. Die Familie Guex zog später nach Frankreich und von da kehrte der junge Gaston nach Absolvierung des Gymnasiums in Besançon nach Winterthur zurück, wo er am Technikum das Diplom als Elektrotechniker erwarb. An der



Gaston Guex
1878—1936

elektrotechnischen Abteilung der Eidg. Technischen Hochschule ergänzte er sodann seine Ausbildung durch zweijähriges Studium. 1900 bis 1906 war er in Davos Adjunkt des Direktors des dortigen Elektrizitätswerkes und 1906 übernahm

Guex die Betriebsleitung des Licht- und Wasserwerkes Horgen, die er bis Ende 1919 inne hatte. In diese Zeit fällt seine Wahl in den Vorstand des VSE, welches Mandat er wie auch dasjenige des Delegierten für die Einkaufsabteilung des VSE noch bis Ende 1921 beibehielt. In den Jahren 1920 bis 1923 beschäftigte sich der Verstorbene mit Privatarbeiten, mit Problemen der damals der Liquidation entgegengehenden industriellen Kriegswirtschaft und als Experte für elektrotechnische Angelegenheiten.

Im Jahre 1924 wurde Ingenieur Guex zum Direktor der elektrischen Bahn Stansstad-Engelberg gewählt und fand hier ein Tätigkeitsgebiet, wo er seine Initiative und seine Energie voll entfalten konnte. Dabei war er Mitbegründer und technischer Berater der sich vorteilhaft entwickelnden Luftseilbahn Gerschnialp-Trübsee. Ueber den Rahmen der ihm unterstellten Transportunternehmungen hinaus stellte Direktor Guex sich auch der Vereinigung der Zentralschweizerischen Verkehrsanstalten, die er präsidierte, und als sehr aktiver Bahnvertreter dem Verband Schweizerischer Transportanstalten zur Verfügung; er hinterlässt in diesen Kreisen eine grosse Lücke.

Es fällt uns sehr schwer, daran denken zu müssen, dass wir nicht mehr mit dem tüchtigen, allzeit dienstbereiten, liebenswürdigen und fröhlichen Herrn Guex verkehren können. Seine Familie mag versichert sein, dass ihm auch von unserer Seite ein gutes, ehrenvolles Andenken stets gewahrt bleibt.

F. L.

Kleine Mitteilungen.

Schweizerische Mustermesse Basel. Dem soeben erschienenen Bericht über die 20. Mustermesse (Jubiläumsmesse 1936) entnehmen wir folgendes: Versuche auf dem Gebiete des thematischen Ausstellungstyps ergaben, dass die praktischen Bedürfnisse des Messebetriebes keine vollkommene Uebernahme dieser Methoden gestatten. 1248 Aussteller zählte die Messe 1936 (1935: 1235). Die vermietete und belegte Ausstellungsfläche betrug 16 847 m² (16 183 m²). 119 187 Einkäuferkarten und 31 745 Besucherkarten wurden bezogen. 1546 Karten wurden an Ausländer aus 35 Staaten abgegeben. Die SBB führten 136 Extrazüge. Im Abschnitt über das wirtschaftliche Resultat der Messe wird gemeldet, dass die Aussteller im allgemeinen mit dem geschäftlichen Resultat zufrieden sind.

Die 21. Messe findet vom 3. bis 13. April 1937 statt. Der Prospekt ist mit dem Bericht pro 1936 herausgekommen. Wir notieren folgende *letzte Termine:*

10. 1. 37 Anmeldungen.
23. 2. 37 Aufnahme in den Katalog.
27. 2. 37 Anmeldung von Installationen (Elektrizität, Gas, Wasser, Telephon).
31. 3. 37 Bezug verbilligter Eintrittskarten.

Aus organisatorischen Gründen ist baldige Anmeldung erwünscht.

Schweizerischer Techniker-Verband (STV). Wir machen gerne noch auf den Jahresbericht 1935 des STV aufmerksam, der wie gewohnt als Sonderdruck aus der Schweiz. Techn. Zeitschrift erhältlich ist. Der Bericht orientiert besonders über die soziale und standespolitische Tätigkeit des STV, über Berufs- und Ausbildungsfragen, über die Fürsorgeinstitutionen und die Verwaltung und Entwicklung des Vereins im Jahre 1935.

Congrès des Ingénieurs, Paris 1937. Lors de l'Exposition de 1937 un *Congrès des Ingénieurs* sera organisé à Paris par la Fédération des Associations, Sociétés et Syndicats Français d'Ingénieurs. Seront traitées les questions suivantes: L'ingénieur dans la vie économique et sociale, Formation de l'ingénieur, Protection et organisation de la profession, Les ingénieurs et la législation, Rôle social de l'ingénieur. S'adresser à la FASSFI, 19, rue Blanche, Paris 9e.

Literatur. — Bibliographie.

Menschen und Maschinen. Roman von *Werner Reist.* 390 S. 8°. Orell Füssli Verlag, Zürich und Leipzig. In Leinen Fr. 8.—.

Wir kennen unter unseren Mitgliedern nur zwei, die Dichter und Romanschriftsteller in Nebenberufung sind: Der eine ist Herr René Besson in Genf, siehe Bull. SEV 1934, Nr. 26, S. 760, der andere stellt sich zu unserer Freude soeben mit einem Roman «Menschen und Maschinen» vor, einem Werk, das jeden Ingenieur packen muss. Es ist Herr W. Reist, Direktor des EW Grindelwald, der einen Teil eigenen Erlebens und Erfühlens in Industrie und Welt hier in Romanform stilisierte. Wir werden auf dieses Werk eingehender zurückkommen, möchten aber jetzt schon allen, welchen die Beziehungen des rein Menschlichen zur industriellen und wirtschaftlichen Aussenwelt zu denken geben, warm empfehlen, dieses in manchen Beziehungen sehr aktuelle Buch zu lesen. Man wird es mit reichem Gewinn tun.

Br.

621.314.65 *Nr. 1260*

Redresseurs à vapeur de mercure. Propriétés — Utilisation — Construction. Par *D. C. Prince, F. B. Vogdes* et *O. Gramisch.* 243 p., 197 fig., 16,5×25,5. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6e) 1936. Prix: broché 65 ffr., rel. 75 ffr., port en sus.

L'emploi des mutateurs à vapeur de mercure s'est généralisé, ces dernières années, dans toutes les branches de l'industrie, et tout spécialement dans la traction électrique, l'électro-chimie et la radiodiffusion. Cependant, aucun ouvrage complet n'en traitait jusqu'à ce jour. Cette lacune est heureusement comblée par la parution du livre de *Prince* et *Vogdes,* complété par *Gramisch* et traduit par *M. Rapin.* Cet ouvrage, classique en la matière, apprécié depuis longtemps en Amérique et en Allemagne, soigneusement mis à jour, constitue un instrument de documentation remarquable pour tous les techniciens de langue française utilisateurs et constructeurs.

Après avoir étudié sommairement le Tungar et le redresseur thermoionique à vide élevé, les autres exposent les bases physiques du fonctionnement du redresseur à vapeur de mercure. Au lieu de traiter les particularités de construction dans un chapitre séparé, ils montrent, après l'examen de chaque phénomène physique, sa répercussion sur les dispositions constructives, ils relatent en détail les travaux les plus marquants sur la grave question de l'allumage en retour. Ils procèdent ensuite au calcul électrique des redresseurs et de leurs circuits (redresseurs de charge d'accumulateurs, redresseurs bitriphasés, hexaphasés, compounds). De nombreux tableaux et des abaques facilitent beaucoup les calculs du praticien. Enfin, deux chapitres sur les redresseurs à cathode chaude et les redresseurs à grilles polarisées (mutateurs), ajoutés au cadre classique, mettent l'ouvrage au courant des derniers progrès acquis.

Abondamment illustré, utilisant les notations usuelles françaises, muni d'une table alphabétique des matières, ce travail sera très utile à ceux de nos lecteurs qui s'intéressent à ces appareils dont les merveilleuses possibilités techniques croissent de jour en jour.

621.394 *Nr. 1266*

Les installations télégraphiques. Par *J. Jacob.* 541 p., 25×16,5 cm, 384 fig. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6e) 1936. Prix: relié ffr. 105.—, broché ffr. 95.—, port en sus.

Le Téléphone a, depuis quelques années, détourné à son profit une partie du trafic télégraphique, mais, à cause même des progrès de ce concurrent, le Télégraphe est entré dans

une période de renaissance. Le perfectionnement des téléimprimeurs et le développement des câbles souterrains à grande distance ont été les facteurs déterminants de cet essor qui s'est produit dans certains pays, parallèlement à celui du Téléphone.

M. J. Jacob, qui fut pendant plusieurs années ingénieur en chef chargé de la direction des Services télégraphiques de Paris, a suivi l'évolution d'une technique qu'il enseigne aux élèves-ingénieurs et aux rédacteurs-élèves de l'Ecole Supérieure des PTT; écrit à leur intention, le volume que nous présentons aujourd'hui est intelligible à tous les lecteurs qui s'intéressent au progrès de la Télégraphie.

L'auteur énonce d'abord les définitions établies par le Comité consultatif international de Télégraphie, dont il indique les décisions au cours de son ouvrage; il étudie les électro-aimants et les relais utilisés en télégraphie, puis il précise l'influence de la liaison (fil aérien, câble souterrain, câble sous-marin, TSF) sur l'installation qui doit y être rattachée; il consacre à l'adaptation des fréquences téléphoniques et à l'appropriation des circuits de câbles au télégraphe un chapitre particulier (Télégraphie harmonique «infra-acoustique», etc.).

Avant d'aborder l'étude des appareils, il donne au lecteur des notions générales sur les mécanismes et sur les organes de régulation et d'entraînement utilisés en télégraphie; il évite ainsi les répétitions qui se seraient produites si une telle méthode d'exposition n'avait pas été employée.

De la nécessité d'utiliser les voies de transmission à leur maximum de rendement lorsqu'elles représentent l'élément onéreux de la liaison sont nées la «Télégraphie multiple» et la «Télégraphie automatique à grande vitesse» qui recherchent l'utilisation maximum de la capacité d'écoulement de la voie; mais si les voies sont nombreuses et peu coûteuses, leur rendement devient l'élément secondaire de la transmission qui peut être alors subordonnée à l'opérateur; de cette conception sont nés les «Appareils arythmiques».

Les appareils: multiples, automatiques, arythmiques sont l'objet de chapitres dans lesquels sont décrites les installations fonctionnant en France et à l'étranger.

Indiquant ensuite les règles générales qui ont orienté l'effort des techniciens dans l'amélioration des méthodes d'exploitation (diminutions des attentes et des opérations de transit), M. Jacob traite des «Echanges de messages à partir des Postes d'abonnés» et indique les solutions télégraphiques et téléphoniques de cette conception moderne du Télégraphe.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬▬ ▬▬▬ ▬ ▬▬▬▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 15 octobre 1936.

H. W. Kramer, Zurich (Repr. de la firme Schoeller & Co., elektrotechnische Fabrik G. m. b. H., Francfort-sur-le-Mein-Sud).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à bascule 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune ou noire (interr. No. 701, 702 et 703) ou crème (interr. No. 711, 712 et 713).

No. 701, 711: interrupteur ordinaire, unipol., schéma 0
No. 703, 713: interr. à gradation, unipol., » I
No. 702, 712: inverseur unipolaire, » III

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice ronde ou carrée, en résine synthétique moulée ou en verre.

No. 721, 731, 741, 751, 761, 771, 781, 791, 801, 811, 821, 831, 841, 851, interrupteur ord. unipol., schéma 0
No. 723, 733, 743, 753, 763, 773, 783, 793, 803, 813, 823, 833, 843, 853, interrupt. à gradation unipol., schéma I
No. 722, 732, 742, 752, 762, 772, 782, 792, 802, 812, 822, 832, 842, 852, inverseur unipolaire, schéma III

Interrupteurs à poussoir 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune ou noire (interr. No. 891, 892 et 893) ou crème (interr. No. 901, 902 et 903).

No. 891, 901: interrupteur ordinaire, unipol, schéma 0
No. 893, 903: interrupteur à grad., unipol., » I
No. 892, 902: inverseur unipolaire, » III

Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice ronde ou carrée, en résine synthétique moulée ou en verre.

No. 911, 921, 931, 941, 951, 961, 971, 981, 991, 1001, 1011, 1021, 1041, 1051, interrupt. ordin. unipol., schéma 0
No. 913, 923, 933, 943, 953, 963, 973, 983, 993, 1003, 1013, 1023, 1043, 1053, interrupteur à grad. unipol., schéma I
No. 912, 922, 932, 942, 952, 962, 972, 982, 992, 1002, 1012, 1022, 1042, 1052, inverseur unipolaire, schéma III

A partir du 1er novembre 1936.

Remy Armbruster jun., Bâle (Repr. de la firme Busch-Jaeger, Lüdenscheider Metallwerke Aktiengesellschaft, Lüdenscheid).

Marque de fabrique:

Interrupteurs rotatifs pour 250 V, 6 A.

Utilisation: sur crépi, dans locaux mouillés.

Exécution: socle en matière céramique; boîtier et couvercle en fonte.

No. 302/1 WG: interrupteur ordinaire, unipol., schéma 0
» 302/5 WG: interrupt. à grad., unipol., » I
» 302/6 WG: inverseur, unipolaire, » III
» 302/7 WG: interrupt. de croisement, unipol., » VI

Boîtes de dérivation.

A partir du 1er octobre 1936.

Oskar Woertz, Elektrotechn. Material und techn. Spezialitäten, *Bâle*.

Marque de fabrique:

Boîtes de dérivation ordinaires pour 500 V, 15 A (2,5 mm²).

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: plaque de base et couvercle en tôle, grandeur: env. 115×115×55 mm; pièce porte-bornes en matière céramique montée; 8 bornes au maximum et vis à tête (fixation avec anneau à ressort).

No. 410: boîte de dérivation complète.
No. 400: porte-borne seulement.

La pièce porte-borne No. 400 (portant les signes ⧫ et ⊖) est admise dans les locaux secs, poussiéreux, humides et mouillés, lorsqu'elle est utilisée dans des boîtiers appropriés.

A partir du 15 octobre 1936.

Progress A.-G., Fabrikation und Vertrieb elektrotechn. Artikel, *Bâle*.

Marque de fabrique: SIMPLEX.

Boîtes de dérivation étanches à l'eau, 500 V, 15 A (2,5 mm²).

Utilisation: sur crépi, dans locaux secs, poussiéreux, humides ou mouillés.

Exécution: boîtier en fonte avec pièce porte-bornes No. 80/3 resp. 80/4 en matière céramique, montée, et 3 resp. 4 bornes fixées au mastic (bornes avec vis sans tête et avec bague de serrage).

Schéma	Connexion pour tubes acier mm 9	11	13,5	16	21	Schéma	Connexion pour tubes acier mm 9	11	13,5	16
	No. 601	621	641	661	681		No. 609	629	649	669
	„ 602	622	642	662	682		„ 610	630	650	670
	„ 603	623	643	663	683		„ 611	631	651	671
	„ 604	624	644	664	684		„ 612	632	652	672
	„ 605	625	645	665	685		„ 613	633	653	673
	„ 606	626	646	666	—		„ 614	634	654	674
	„ 607	627	647	667	—		„ 615	635	655	675
	„ 608	628	648	668	—		„ 616	636	656	676

Coupe-circuit.

A partir du 1^er novembre 1936.

Roesch frères, Fabrik elektrotechn. Bedarfsartikel, *Koblenz*.

Marque de fabrique:

Fusibles Mignon pour 250 V.
Intensités nominales: 2, 4, 6 et 10 A.

AEG Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Zurich (Repr. de Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Fusibles Mignon pour 250 V. Intensité nominale: 10 A.

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 1^er novembre 1936.

C. Schaefer, elektrotechnische Bedarfsartikel en gros, *Zurich*.

Marque de fabrique:

Transformateur de faible puissance à basse tension.

Utilisation: fixe, dans locaux secs.

Exécution: monophasé, résistant aux courts-circuits, classe 1a, 5 et 10 VA; carcasse en résine synthétique moulée.

Tensions: primaire 100—150 V ou 200—230 V
secondaire 4, 6, 10 V.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 octobre 1936.

Fabrique d'appareils Solis, Zurich.

Marque de fabrique:

Coussin-chauffant «Solis Rapid» No. du catalogue 217, 10—110 W, pour les tensions 110—130, 135, 145, 155, 220 et 250 V.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Nécrologie.

Le 30 octobre est décédé au Locle, à l'âge de 81 ans, Monsieur *Ed. Rochedieu*, qui fut pendant 40 ans directeur des Services Industriels du Locle et, de 1919 à 1927, membre du comité de l'UCS. Nos sincères condoléances à la famille en deuil.

Un article nécrologique suivra.

Le 2 novembre est décédé Monsieur *Emile Clauss* aîné, administrateur et pendant de longues années chef d'exploitations de notre membre collectif, la S. A. Prometheus à Liestal. Nos sincères condoléances à la famille en deuil et à la S. A. Prometheus.

Examens de maîtrise pour installateurs-électriciens.

Lors des examens de maîtrise de l'ASE et de l'UCS pour installateurs-électriciens, il a été décerné, au cours de 1936, des diplômes à 43 candidats.

Les examens ont eu lieu en trois séries:

du 11 au 13 février à Berne,
du 15 au 17 septembre et
du 13 au 15 octobre à Olten.

Un bref compte-rendu de la première série à Berne a déjà paru dans le No. 5 du Bulletin 1936. Pour les deux séries d'automne, les tâches et problèmes, ainsi que l'organisation sont restés les mêmes.

Les questions relatives à l'électrotechnique étant complétées par des problèmes d'ordre commercial et par des travaux pratiques, ces examens demandent davantage des candidats que les anciens examens de l'UCS. Malgré cela plus des $^4/_5$ des candidats ont réussi, témoignant par là qu'ils possèdent les connaissances théoriques et pratiques que l'on doit exiger d'un bon installateur indépendant. Le nombre des candidats ayant réussi l'examen n'est que légèrement inférieur à celui de l'année précédente. En 1935, 48 candidats passèrent avec succès l'examen de concession de l'UCS, contre 43 titulaires du diplôme de maîtrise en 1936. De ces derniers, 29 sont chefs, associés ou gérants de commerces d'installation existants. Quelques candidats ont dû passer l'exa-

men pour pouvoir obtenir une place. Seulement 12 candidats environ prévoient de demander une nouvelle concession d'installateur.

Vu le nombre déjà important d'inscriptions de la Suisse Romande, la première série d'examens de maîtrise en 1937 est prévue pour le mois de février à Lausanne. Cependant les candidats de langue allemande pourront également y être examinés dans leur langue. Les personnes intéressées sont priées de se conformer à la notice qui paraîtra dans le Bulletin de l'ASE et dans l'«Elektroindustrie» au début de novembre au sujet des inscriptions.

La

journée de discussion de l'ASE

sur

le maintien de la tension dans les réseaux à basse tension

a lieu le samedi 5 décembre 1936

au Restaurant «Affenkasten», Aarau.

Ouverture à 9 heures.

Nous prions les membres de notre association de réserver cette journée. Le programme détaillé sera publié dans le prochain numéro.

Les principales conférences seront données par Messieurs

W. Howald, directeur du Service de l'Electricité de Winterthour, en allemand, et

M. Roesgen, vice-directeur du Service de l'Electricité de Genève, en français.

Quelques brèves communications sont déjà annoncées. D'autres communications seront les bienvenues.

Les personnes qui s'intéressent aux tirages préalables des conférences principales sont priées de le faire savoir au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8. La conférence Howald est déjà livrable. Ces tirages sont destinés à faciliter la préparation de la discussion.

Commission de l'ASE et de l'UCS pour l'essai des isolants non céramiques, exempts de caoutchouc.

Dans sa 5e séance, du 22 septembre 1936, la commission examina un rapport de la station d'essai des matériaux de l'ASE sur les essais qu'elle a effectués jusqu'à présent à propos des isolants non céramiques, exempts de caoutchouc. Pour élaborer une méthode d'essai, la Station d'essai s'est mise en relation avec les instituts analogues d'autres pays affiliés à la Commission internationale pour les questions d'installation (IFK). La commission fixa ensuite les conditions auxquelles doivent satisfaire les matières isolantes qui supportent des pièces sous tension, qui sont exposées en service normal à des arcs de coupure et qui servent de boîtiers d'appareils. Ces conditions vont encore être discutées avec les fabricants et les consommateurs de ces matières isolantes.

Commission des normes de l'ASE et de l'UCS.

Les points suivants ont été examinés lors des 99e et 100e séances, les 23/24 septembre et 20/21 octobre 1936:

1° Extension de la marque de qualité de l'ASE aux appareils et ustensiles électriques.

2° Observations formulées par les fabricants à propos du projet de «conditions techniques pour interrupteurs de protection pour moteurs».

3° Projet de «normes pour condensateurs destinés aux télécommunications ou au déparasitage».

4° Extension des normes de l'ASE pour coupe-circuit aux fusibles de plus de 60 jusqu'à 200 A; normalisation des fusibles à poignée et des petits fusibles pour prises de courant.

5° Questions en rapport avec les normes pour conducteurs isolé, pour interrupteurs, pour prises de courant, pour boîtes de dérivation et pour transformateurs de faible puissance.

6° Rapport des Institutions de Contrôle sur leurs observations lors du prélèvement des échantillons pour les contrôles périodiques 1936.

7° 1er projet de «normes pour prises de courant d'appareils».

8° Questions se rapportant à l'essai des isolants non céramiques, exempts de caoutchouc.

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Dans sa séance du 6 octobre 1936, l'Office de la Station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électrodomestiques a examiné un projet des «conditions techniques pour chauffe-eau à accumulation» et un 1er projet de «conditions techniques pour aspirateurs de poussière». En outre, l'office prit acte d'un rapport d'un de ses membres sur des phénomènes de corrosion dans les chauffe-eau à accumulation et sur des observations faites avec les organes de sécurité des chauffe-eau à accumulation sous pression.

Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique (KOK).

Dans sans 10e séance, du 12 octobre 1936, la KOK a étudié un nouveau projet de statuts pour la «commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des questions relatives à la haute tension», ainsi que la question de son financement. La plupart des membres de la KOK actuelle sont prêts à soutenir les travaux de recherche sous l'égide de la nouvelle commission. Là-dessus, la commission décida d'étendre le cercle en s'adressant à de nouveaux intéressés. Elle prit finalement acte en l'approuvant d'un programme général d'activité de la commission d'étude à partir du 1er janvier 1937.

Comité technique CISPR du CES.

Le 5 novembre 1936, le CT CISPR tint sa seconde séance, sous la présidence de Monsieur le professeur Tank. Il examina tout d'abord un projet de nouvelles «Conditions techniques pour appareils aptes à obtenir le signe antiparasite de l'ASE», rédigé par Monsieur Dick. Ce projet est destiné à remplacer le règlement actuel, dès que les valeurs limites proposées par le Comité d'Experts de la CISPR pour l'effet perturbateur admissible seront approuvées par la prochaine réunion plénière de la CISPR. La structure des nouvelles conditions est analogue à celle des normes de l'ASE. Outre une certaine simplification résultant de l'élimination des prescriptions relatives aux condensateurs qui feront l'objet de normes indépendantes, les conditions relatives aux perturbations subissent une forte modification, du fait que les anciennes valeurs limites relatives sont maintenant remplacées par des valeurs absolues. Le CT discuta ensuite la question du courant de contact, resp. du courant de fuite à la terre admissible dans les trois cas: appareil non mis à la terre, appareil mobile mis à la terre et appareil fixe mis à la terre. Les valeurs 0,5, 2 et 5 mA furent nommées au cours de la discussion, sans qu'une décision fût prise, car quelques questions de détail doivent encore être éclaircies. Ces problèmes seront repris dans la prochaine séance qui aura lieu encore avant la réunion de janvier de la CISPR.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION: Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8	EDITEUR ET ADMINISTRATION: S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4 Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVII[e] Année — N° 24 — Vendredi, 27 Novembre 1936

Fortschritte und Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Mutatoren.

Bericht über den 14. Akademischen Diskussionsvortrag, vom 23. Mai 1936, in der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

621.314.65

Der 14. Akademische Diskussionsvortrag, veranstaltet von der Elektrotechnischen Abteilung der Eidg. Techn. Hochschule, wurde am 23. Mai 1936 unter dem Vorsitz von Herrn Professor E. Dünner abgehalten. Herr Professor Dünner sammelte nachträglich die Referate und Diskussionsvoten, soweit sie erhältlich waren, und stellte sie uns freundlich zur folgenden Veröffentlichung zur Verfügung. Da kein Stenogramm aufgenommen werden konnte, war es nicht möglich, sämtliche Voten und Fragen, die gestellt und beantwortet wurden, hier wiederzugeben, obgleich sich darunter recht interessante Beiträge befanden. Das wesentlichste dürfte allerdings im folgenden Bericht enthalten sein.

Da das Comité Electrotechnique Suisse der Commission Electrotechnique Internationale vorgeschlagen hat, für gittergesteuerte Entladungsgefässe den Namen «Mutator» einzuführen, wird hier dieser Name gebraucht, ausgenommen die Beiträge der Herren Dr. Dällenbach und Dr. Siemens, weil diese beiden Autoren aus besonderen Gründen, die keine Kritik am Namen «Mutator» bedeuten, ausdrücklich Einspruch erhoben. (Red.)

La 14[e] journée académique de discussion, organisée par la division d'électrotechnique de l'Ecole Polytechnique Fédérale, a eu lieu le 23 mai 1936 sous la présidence de Monsieur le professeur E. Dünner. Monsieur le professeur Dünner rassembla après coup dans la mesure du possible les conférences et communications qu'il mit gracieusement à notre disposition pour les publier. Comme il ne fut pas possible de sténographier les discours, nous ne pouvons reproduire ici toutes les communications, questions posées et réponses, bien que parmi celles-ci il se trouvât des choses intéressantes. Cependant, l'essentiel est, nous semble-t-il, contenu dans le compte-rendu ci-dessous.

Le Comité Electrotechnique Suisse ayant proposé à la Commission Electrotechnique Internationale d'introduire le terme «mutateur» pour désigner les appareils à décharge à commande par grilles polarisées, nous avons utilisé ce terme sauf dans les communications de Messieurs Dällenbach et Siemens, qui s'y sont opposés pour des raisons spéciales, sans vouloir par là critiquer le terme «mutateur».

Referat

von

Herrn *C. Ehrensperger*, Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden,

über

Die Entwicklung und Anwendung des Mutators.

Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick auf die Entwicklung de Mutators, wobei die Gittersteuerung besonders berücksichtigt wird, gibt der Autor eine Zusammenfassung der Anwendungsmöglichkeit dieses Apparates, dessen Ausgestaltung die schweizerische Industrie grundlegend gefördert hat. Besonders wird auf das Rekuperationsproblem bei Gleichstrombahnen, welche durch Mutatoren gespeist sind, eingegangen, ferner auf die Frage der Gleichstrom-Energieübertragung, die durch den Mutator grosser Leistung in den Bereich der praktischen Möglichkeit gerückt ist, und auf die elastische Kupplung von Wechselstrom-Netzen gleicher oder verschiedener Frequenz.

Après un bref aperçu historique du développement du mutateur, tenant particulièrement compte de la commande par grilles polarisées, l'auteur expose les différentes applications de cet appareil, dont une bonne part du développement revient à l'industrie suisse. Il s'arrête plus spécialement au problème de la récupération dans les chemins de fer à courant continu alimentés par des mutateurs, puis au problème du transport d'énergie en courant continu qui, par l'application de mutateurs à grande puissance, s'approche de la réalisation pratique, et finalement au problème du couplage élastique entre réseaux à courant alternatif de même ou de différente fréquence.

Als eigentlichen Erfinder des Mutators betrachtet man heute allgemein den Amerikaner Cooper-Hewitt, der schon um das Jahr 1902, als er sich mit Quecksilberdampflampen beschäftigte, den ersten Mutator erfand. Fig. 1 stellt einen Ausschnitt der ersten deutschen Patentschrift Cooper-Hewitts dar, wo links ein dreiphasiger und rechts ein vierphasiger Mutator aufgezeichnet ist. Man erkennt die flüssige Kathode, auf der mit Hilfe eines Zündbandes durch eine Hilfsspannung ein glühender Kathodenfleck erzeugt wird, von dem aus Elektronen emittiert werden, die von den Anoden mit positivem

Potential angezogen werden. Die Elektronen kollidieren auf ihrem Wege zur Anode mit Gasmolekülen und spalten diese in positive Ionen und weitere Elektronen. Durch die Ionen wird die negative Raumladung der Elektronen neutralisiert, und es erklärt sich dadurch, dass ein Stromübertritt durch

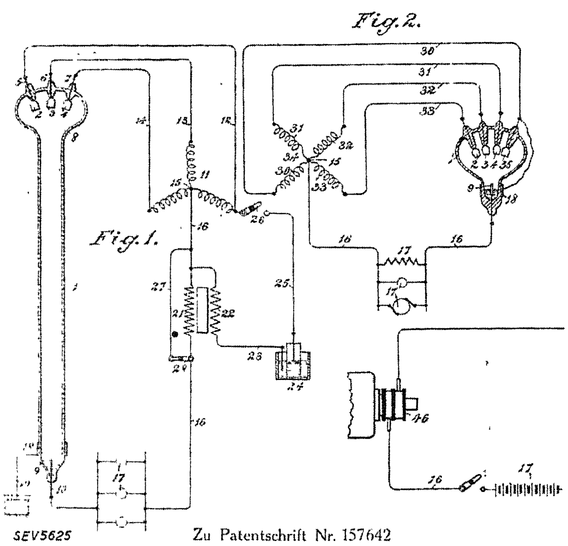


Fig. 1.
Auszug aus der deutschen Patentschrift 157 642 von Cooper-Hewitt aus dem Jahre 1902.

den Mutator mit sehr kleinem Spannungsabfall möglich wird. Den Zündvorgang erkennt man am leichtesten aus der Figur rechts, wo das Zündband 18 durch einen Draht kurzzeitig mit einer Phase des Transformators verbunden wird. Die in der gleichen Figur mit 9 bezeichnete, aus dem Kathodenquecksilber hervorragende Elektrode dient zur Fixierung des Kathodenflecks zwischen Quecksilber und dieser Elektrode.

Cooper-Hewitt hat nicht nur den Mutator erfunden, sondern er hat schon damals die Möglichkeit der Spannungsregulierung durch Einstellung der Zündpunktlage erkannt. Er verwendete zu diesem Zwecke mehrere einanodige Gefässe, die er periodisch mit Hilfe einer sinnreichen Kontakteinrichtung steuerte. Trotzdem Cooper-Hewitt sich dazumal bemüht hatte, seine Erfindungen praktisch zu verwerten, wurde seine Idee nach vielen Misserfolgen aufgegeben. Neben vielen praktischen Schwierigkeiten gelang damals namentlich die Beherrschung der Rückzündungen nicht.

Die Weiterentwicklung der Idee Cooper-Hewitts wurde um das Jahr 1910 in Europa aufgegriffen und die Firma Brown, Boveri war sicher die erste europäische Firma, die in richtiger Erkenntnis der praktischen Bedeutung des Mutators dessen Entwicklung und Anwendung mit Zähigkeit verfolgte und durchsetzte. Schon vor dem Kriege stellte sie in der Schweiz und in andern europäischen Ländern Mutatoranlagen auf, die zur Zufriedenheit des Bestellers noch heute im Betriebe stehen. Die allgemeine Anerkennung der Bedeutung des Mutators für die Elektrotechnik erfolgte bei fast allen übrigen Firmen viel später und in Amerika erst dann, als die schweizerische Industrie anfing, Mutatoranlagen für den amerikanischen Kontinent zu liefern. Die Entwicklung wurde dann von allen Seiten her beschleunigt, da man erkannte, dass der Mutator der allgemeine Umformer der Zukunft sein wird.

Die weitere Entwicklung geht auf zwei Wegen vor. Der erste ist die Schaffung von Mutatortypen möglichst grosser Einheitsleistung und der zweite der Ausbau der durch die Gittersteuerung gegebenen neuen Anwendungsmöglichkeiten. Vergleicht man z. B. Maschinen oder Transformatoren heutiger Bauart mit älteren Konstruktionen, so fällt vor allem die fortgesetzte Steigerung der Einheitsleistung auf. Für Mutatoren wird schon seit langem eine ähnliche Entwicklung angestrebt. Der grösste Vertreter dieser Art ist der in Fig. 2 abgebildete, im Jahre 1927 gebaute Mutator, der schon mit über 16 000 A in Betrieb war. Der unerwartet grosse Spannungsabfall dieses Typs zwingt den Konstrukteur noch heute, für sehr grosse Stromstärken mehrere Einheiten parallel zu schalten. Als Beispiel einer der ersten Anlagen dieser Art zeigt Fig. 3 einen Teil des Aluminiumwerkes Chippis, wo Mutatoren grosser Leistung aufgestellt sind. Die Anlage ist auch deshalb bemerkenswert, weil hier erstmalig mit Hilfe der noch zu beschreibenden Gittersteuerung der Strom unabhängig von den Spannungsschwankungen konstant gehalten wird.

Nach diesem kurzen geschichtlichen Ueberblick folgt eine kurze Uebersicht der durch die Einführung der Gittersteuerung eröffneten Anwendungsmöglichkeiten des Mutators. Als Steuerung eines Mutators versteht man die Möglichkeit, den durch ihn fliessenden Strom mit ausserordentlich kleinen Energien beeinflussen zu können. Dabei sei aber von vornherein betont, dass der brennende Licht-

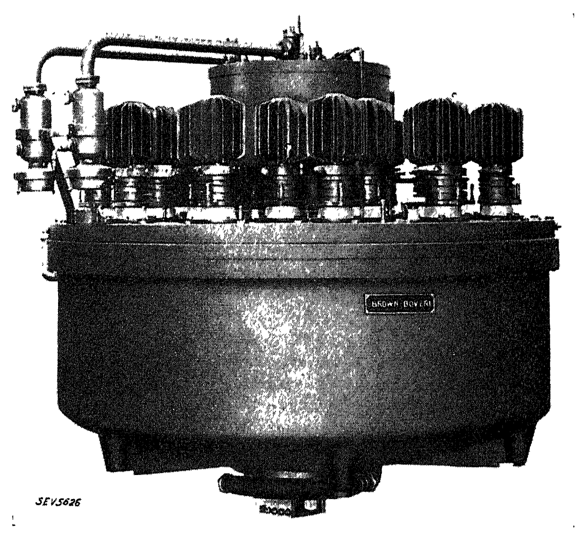


Fig. 2.
Mutatortyp A 1024 für hohe Ströme aus dem Jahre 1927.

bogen selbst durch die heute praktisch angewandten Steuermittel nicht beeinflusst wird. Die Steuerung beschränkt sich lediglich darauf, den Moment, in dem der Lichtbogen einsetzt, nach Belieben einzustellen. Prinzipiell kann der Mutator auf vier verschiedene Arten gesteuert werden, wie aus Fig. 4 zu ersehen ist.

Die einfachste Art der Steuerung, die seinerzeit schon Cooper-Hewitt verwendet hat, ist die *Kathodensteuerung*. Mit Hilfe eines kleinen Zündtransformators wird zwischen Kathode und einer Elektrode aus geeignetem Material und geeigneter Form ein Lichtbogen gezündet, der einen Kathodenfleck erzeugt und die Zündung der Anode ermöglicht. Sobald die Anodenspannung negativ wird, erlischt der Anodenstrom und bei richtiger Einstellung der Zündvorrichtung verschwindet auch der Zündstrom. Es besteht also die Möglichkeit, die Neuzündung zu einem beliebigen Zeitpunkt unabhängig von der Phasenlage der Anodenspannung einzuleiten.

Bei den folgenden drei Steuermethoden wird zwischen einer Hilfselektrode und dem Kathodenquecksilber ein Erregerlichtbogen unterhalten, der einen bleibenden Kathodenfleck erzeugt. Man erreicht dadurch die dauernde Zündbereitschaft des Mutators.

Bei *Magnetsteuerung* wird zwischen Kathode und Anode ein magnetisches Sperrfeld erzeugt, das die von der Kathode gegen die Anode hinfliegenden Elektronen abdrängt und so eine Zündung der Anode verunmöglicht. Bei der Abschaltung des Magnetfeldes können die Elektronen ungehindert

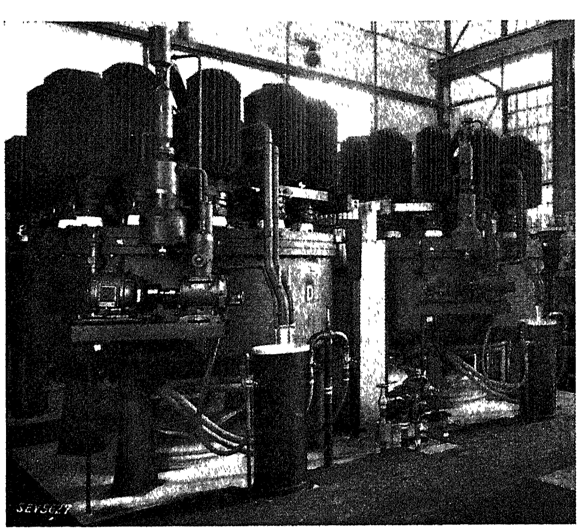


Fig. 3.
Mutatoranlage des Aluminiumwerkes Chippis für total 16 000 bis 18 000 A bei 450 V Gleichspannung, mit automatischer Regulierung des Stromes durch Gittersteuerung.

durch und der Lichtbogen zündet. Beim Erlöschen des Anodenstromes, wenn die Anodenspannung negativ und das Magnetfeld wieder eingeschaltet wird, kann die Wiederzündung der Anode beliebig verzögert werden. Auf Grund dieser Steuerung wurden schon im Jahre 1913 wichtige Erfindungen von Brown, Boveri zum Patent angemeldet, in denen bereits die Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom und die Frequenzumformung mit Hilfe von Mutatoren der Fachwelt bekanntgegeben wurden.

Das Prinzip der *Gittersteuerung* beruht auf der Tatsache, dass ein der Anode vorgelagertes Gitter den Durchgang des Anodenstromes sperrt, wenn dieses Gitter gegenüber der Kathode negativ aufgeladen ist.

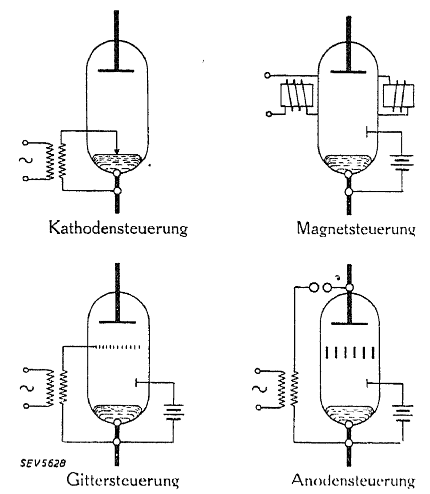


Fig. 4.
Schematische Darstellung der 4 prinzipiellen Steuermöglichkeiten eines Mutators.

Der Anodenstrom kann erst dann fliessen, wenn das statische Sperrfeld des negativ geladenen Gitters beseitigt wird, indem man dem Gitter eine positive Ladung aufdrückt. Auch hier kann dieser Zündmoment in bezug auf die Phasenlage des Anodenstromes nach Belieben gewählt werden.

Bei der *Anodensteuerung* wird ein dauerndes Sperrfeld durch besondere Formgebung des Mutators geschaffen, indem man z. B. den Lichtbogenweg einschnürt oder Schikanen in Form von stark sperrenden Gittern einbaut. Um die Zündung der Anode einzuleiten, wird mit Hilfe eines Stosstransformators, z. B. über eine Funkenstrecke, der Anode eine positive Spannungsspitze aufgedrückt, die ein Durchzünden bewirkt. Bei negativer Anodenspannung erlischt der Strom und die natürliche Sperrfähigkeit des Mutators wird wieder wirksam.

Diese vier Steuermöglichkeiten wurden schon alle praktisch mit Erfolg ausprobiert; es zeigte sich, dass sie vom steuertechnischen Standpunkt aus gleichwertig sind. Für Mutatoren grosser Leistung wird aber heute durchweg die Gittersteuerung vorgezogen.

Die erste Mutatoranlage mit grosser Leistung und gesteuerten Gittern wurde von Brown, Boveri im Jahre 1927 aufgestellt. Mit Hilfe der Gittersteuerung wurden dort schon Kurzschlüsse und Rückzündungen ausserordentlich rasch gelöscht. Die Wirkungsweise dieses Rückzündungsschutzes und Kurzschlußschutzes beruht darauf, dass mit Hilfe eines besondern Relais bei Eintreten einer Störung alle Gitter des Mutators automatisch negativ aufgeladen

werden [1]). Dadurch wird ein Wiederzünden irgendeiner Anode unmöglich und jede noch brennende Anode erlischt, sobald ihr Strom durch Null gegangen ist, was spätestens nach einer halben Periode erreicht wird.

Mit Hilfe der Gittersteuerung kann die Gleichspannung eines Mutators in bekannter Weise von ihrem vollen Wert bis auf Null herunter reguliert werden. Man spricht von der gezündeten Spannung des Mutators in Analogie zur induzierten Spannung einer Maschine und versteht darunter diejenige Spannung, die der Mutator infolge seiner bestimmten Zündpunktlage unter Ausschluss der Spannungsabfälle abgeben würde. Wird der Mutator z. B. auf eine Gleichstrommaschine belastet, so wird die Stärke des vom Mutator an die Maschine abgegebenen Gleichstromes von den Spannungsabfällen im Gleichstromkreis und von der Differenz der gezündeten Spannung des Mutators und der induzierten Spannung der Maschine abhängen [2]). Es ist dann möglich, bei konstantem Strom verschiedene Gleichspannungen einzustellen. Dieser Regulierversuch kann so fortgesetzt werden, dass man die Spannung des Mutators nicht nur bis auf Null herunter, sondern bis zur entgegengesetzten Polarität wieder heraufreguliert. Wenn bei gleichbleibender Stromlieferung die Spannung an Mutator und Maschine ihr Vorzeichen wechselt, so entspricht der neue Betriebszustand negativer Energielieferung des Mutators und man nennt das den Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb.

Dieser Uebergang vom Wechselstrom-Gleichstrom- zum Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb wurde während des Vortrages an Hand von Diagrammen und mehreren Oszillogrammen eingehend erläutert und es wurde gezeigt, dass die Welligkeit des Wechselstromes bei diesem Reguliervorgang praktisch unverändert bleibt und dass die Welligkeit der Gleichspannung durch Resonanzkreise beliebig vermindert werden kann. An Hand von einigen Kurven und Diagrammen wurde der Kommutierungsvorgang des Mutators erläutert; es betrifft dies die Vorgänge, die sich beim Uebergang des Stromes von einer Anode auf die nächstfolgende abspielen.

Die Beanspruchung des Mutators ist in den verschiedenen Betriebsfällen ganz verschieden [3]). So muss die Anode gegenüber der Kathode beim Wechselstrom-Gleichstrom-Betrieb in der Sperrperiode eine negative Spannung aushalten können, die gleich der doppelten Gleichspannung ist. Anderseits muss beim Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb das Gitter imstande sein, die Zündung einer Anode zu verhindern, wenn ihre positive Spannung gegenüber der Kathode gleich der doppelten Gleichspannung ist. Bei stark regulierter Gleichspannung treten beide Sperrbedingungen gleichzeitig auf und es besteht eine besonders starke Beanspruchung des Mutators, weil die Spannung zwischen Anode und Kathode sprunghaften Aenderungen unterworfen ist.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet des Mutators ist die Speisung von Gleichstrom-Bahnnetzen, und es ist gelungen, mit Hilfe des Gleichstrom-Wechselstrom-Mutators den Rekuperationsstrom der Lokomotiven aufzunehmen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Rekuperationsproblem zu lösen, wovon drei in Fig. 5 dargestellt sind. Bei der Lösung A werden ein Wechselstrom-Gleichstrom- und ein Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator parallel am gleichen Transformator angeschlossen. Der Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator übernimmt den positiven Teil des Leistungsdiagrammes und der Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator den negativen Teil. Man kann dann vom Fahrbetrieb auf Rekuperationsbetrieb übergehen, ähnlich wie dies bei rotierenden Maschinen möglich ist. Der Nachteil dieser Schaltung ist die Verwendung von zwei Mutatoren, wovon der eine meistens schlecht ausgenützt ist. Bei der idealen Lösung C wird mit Hilfe eines einzigen

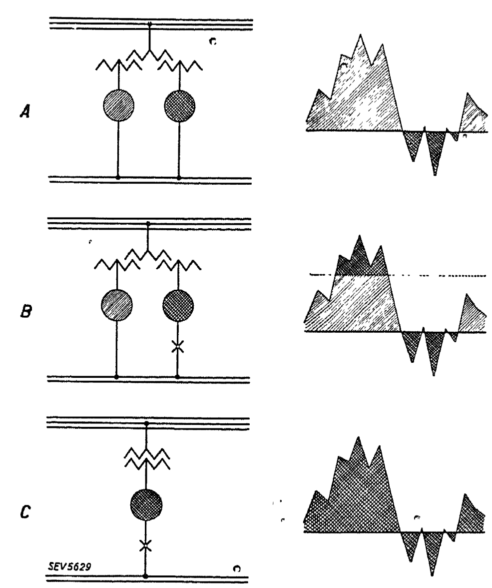


Fig. 5.

Die 3 Grundschaltungen zur Speisung eines Gleichstrom-Bahnnetzes mit Rekuperationsbetrieb.

A Wechselstrom-Gleichstrom- und Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator arbeiten dauernd parallel.

B Umschaltbarer Mutator im Parallelbetrieb mit Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator. Der umschaltbare Mutator übernimmt die Rekuperationsleistung und die Ueberlast im Wechselstrom-Gleichstrom-Betrieb.

C Umschaltbarer Mutator, der die gesamte Energiezufuhr und Rekuperationsleistung des Gleichstromnetzes übernimmt.

Mutators das ganze Leistungsdiagramm gedeckt. Dieser Mutator muss umschaltbar sein, denn die Polarität des Mutators ist bekanntlich im Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb entgegengesetzt derjenigen beim Wechselstrom-Gleichstrom-Betrieb. Die praktische Anwendung dieser Schaltung ist nicht so einfach, wie dies auf den ersten Blick scheinen möchte, da die Umschaltung ausserordentlich rasch und häufig vorzunehmen ist. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Spannung des Gleichstromnetzes im Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb nicht eindeutig fest ist, sondern nur von der rekuperierenden Loko-

[1]) S. Widmer, Zweite Weltkraftkonferenz 1930, Bericht Nr. 221.
A. Leuthold, Brown-Boveri-Mitt., Dez. 1934, S. 318.

[2]) Ch. Ehrensperger, Rev. Gén. Electr., 8. Okt. 1932, S. 469.

[3]) Ch. Ehrensperger, Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension, 1933, Bericht Nr. 14.

motive bestimmt wird. Eine Lösung, die die Nachteile von A und C vermeidet und ihre Vorteile bis zu einem gewissen Grade verbindet, ist in B dargestellt. Das Merkmal dieser Lösung erkennt man aus dem Leistungsdiagramm, wo die Umschaltung nicht beim Energieübergang durch Null, sondern bei der gestrichelt eingezeichneten Umschaltgeraden stattfindet. Es werden ein Wechselstrom-Gleichstrom- und ein umschaltbarer Mutator parallelgeschaltet. Der umschaltbare Mutator nimmt die Leistung ober-

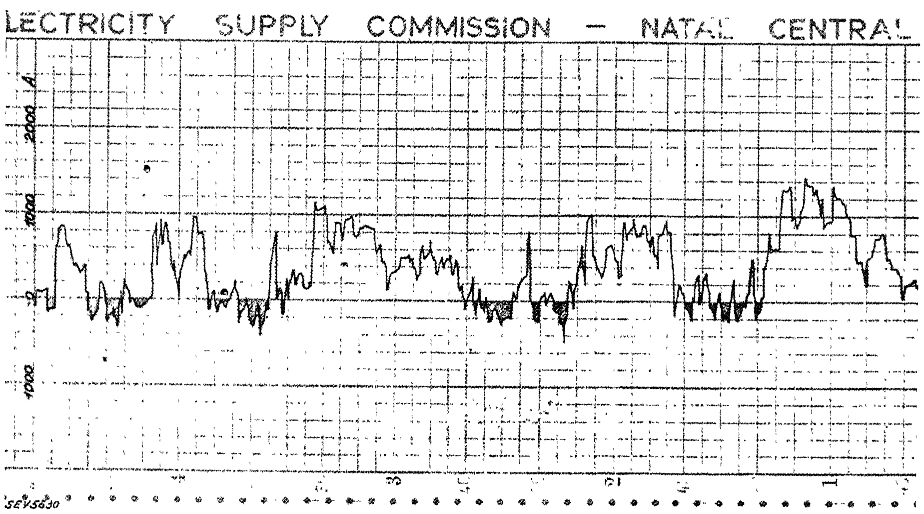


Fig. 6.
Belastungsdiagramm der gesamten Anlage des Unterwerkes Van Reenen der Electricity Supply Commission für die Südafrikanischen Bahnen.

halb der Umschaltgeraden und die Rekuperationsleistung auf. Man umgeht bei dieser Lösung das öftere Arbeiten des Umschaltmechanismus und hat bei Leistungsschwankungen um Null einen Wechselstrom-Gleichstrom- und einen Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator im Parallelbetrieb und daher eine eindeutig bestimmte Gleichspannung. Erst bei grosser Energieentnahme aus dem Gleichstromnetz, wo der Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator längere Zeit überlastet werden könnte, wird der Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator zur Deckung der Spitzen mit herbeigezogen. Man erkennt aus dem Diagramm, dass beide Mutatoren zu ungefähr gleichem Betrage an der Energielieferung bzw. -entnahme beteiligt sind.

Die praktische Ausführung der drei erwähnten Rekuperationsmethoden wurde bereits erprobt. Bei den südafrikanischen Bahnen sind zwei Unterstationen für Rekuperation schon über ein Jahr mit vollem Erfolg in Betrieb [4]). Fig. 6 zeigt einen Registrierstreifen des Unterwerkes Van Reenen, auf dem man den Verlauf des Belastungs- und Rekuperationsstromes erkennen kann.

Ein umschaltbarer Mutator wurde erstmalig in der Unterstation Cava dei Tirreni der italienischen Staatsbahnen aufgestellt. Die in dieser Anlage in zwei verschiedenen Schaltungen erzielten Betriebsresultate sind aus Fig. 7 und 8 zu ersehen. Das Diagramm der Fig. 7 zeigt den Parallelbetrieb eines Wechselstrom-Gleichstrom-Mutators mit einem umschaltbaren Mutator. Die links angegebene Kurve ist die Gleichspannung und die rechts angegebene der Gleichstrom des umschaltbaren Mutators. Der Strom i_0 bedeutet den sog. Zirkulationsstrom, der vom Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator zum Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator fliesst und für dauernde Erwärmung der Mutatoren sorgt. Beim Ueberschreiten der kritischen Stationslast schaltet der eine Mutator auf Wechselstrom - Gleichstrom - Betrieb um und gibt eine entsprechend grosse Leistung ab. Bei Unterschreiten der kritischen Stationslast geht der umschaltbare Mutator wieder in den Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb über. Der Vorgang wiederholt sich auf dem Bilde zweimal und dann bleibt der umschaltbare Mutator im Gleichstrom - Wechselstrom-Betrieb und nimmt bis 390 A Rekuperationsstrom auf.

Das Diagramm Fig. 8 zeigt einen Betriebsfall mit alleiniger Netzspannung durch den umschaltbaren Mutator. Dieser übernimmt den ganzen, d. h. sowohl positiven als auch negativen Betriebsstrom der Anlage und muss deshalb öfters umschalten. Man erkennt wieder auf dem Diagramm links die Spannung und rechts den Strom des umschaltbaren Mutators. Bei a manövriert ein Zug in der Station Cava. Bei b fährt dieser Zug an und bei c wird auf

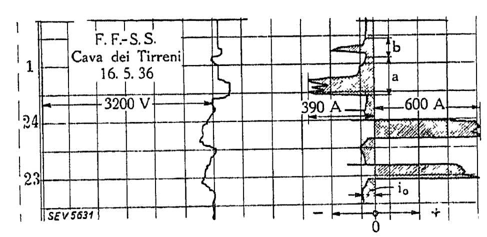


Fig. 7.
Unterstation Cava dei Tirreni der italienischen Staatsbahnen. Umschaltbarer Mutator im Parallelbetrieb mit Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator. Links Gleichspannung, rechts Gleichstrom. i_0 = Zirkulationsstrom. Papiervorschub 120 mm/h.

der Talfahrt rekuperiert. Versuchsweise werden zweimal bei voller Talfahrt die Bremsen angezogen, wodurch die Rekuperationslast verschwindet und der Mutator sofort auf Wechselstrom-Gleichstrom-Betrieb umschaltet. Bei d fährt der Zug in die nächste Station ein, bei e fährt er wieder an und bei f setzt voller Rekuperationsbetrieb ein. Man er-

[4]) A. Leuthold, Brown-Boveri-Mitt., Juli 1935, S. 142.

kennt aus diesen Diagrammen, dass die in Fig. 5 angegebenen Möglichkeiten alle erfolgreich ausprobiert worden sind.

Eine weitere Anwendung des Mutators ist die Speisung von Rundfunksendern mit hochgespanntem Gleichstrom. Es sei erwähnt, dass z. B. unser Landessender Beromünster von einem Hochspannungsmutator für 20 kV gespeist wird.

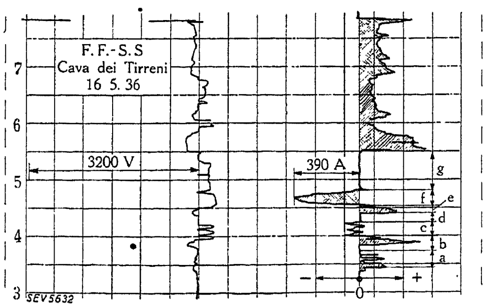


Fig. 8.
Unterstation Cava dei Tirreni der italienischen Staatsbahnen. Der umschaltbare Mutator übernimmt sowohl die ganze Leistungsabgabe an das Gleichstromnetz, als auch die Rekuperationsleistung. Links Gleichspannung, rechts Gleichstrom. Papiervorschub 120 mm/h.

Ein neues Anwendungsgebiet für den Mutator ist die Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom. Schon Thury hat vor vielen Jahren auf die Vorteile dieses Systems hingewiesen [5]), er hat sogar Gleichstrom-Uebertragungsleitungen gebaut, wovon noch heute eine im Betrieb ist. Die Energieübertragung mit Gleichstrom hat gegenüber derjenigen mit Drehstrom den Vorteil der besseren Ausnützung der Isolation, der Verkleinerung der Koronaverluste und des Wegfalles von Blindstrom und den damit verbundenen Verlusten. Ein wesentlicher Punkt ist die Stabilität der durch die Uebertragungsleitung gekuppelten Netze, die bei Drehstrom Schwierigkeiten bereitet. Die Uebertragung mit hochgespanntem Gleichstrom lässt die Möglichkeit erkennen, statt Freileitungen Kabel zu verwenden. Die prinzipielle Anordnung einer solchen Uebertragung ist aus Fig. 9 zu ersehen, wo auf der Sender- und Empfängerseite je zwei Mutatoren in Serie geschaltet sind. Die Serieschaltung erlaubt, beliebig hohe Gleichspannungen zu erreichen. Im Beispiel, das Fig. 9 zeigt, würde bei einer Gleichspannung von 50 kV pro Mutator eine Uebertragungsspannung von 100 kV erreicht. Rechnet man mit einem Kathodenstrom von nur 300 A, so könnten auf einer solchen Leitung bereits 30 000 kW übertragen werden. Statt, wie in der Figur angegeben, den Mittelpunkt zu erden, kann man auch den einen Pol an Erde legen und erhält so die Möglichkeit, die ganze Energie mit einer einzigen Leitung und Rückfluss durch die Erde zu übertragen. Die Regelung der Grösse und Richtung der übertragenen Energie erfolgt mit Hilfe der Gittersteuerung. Die Zu- und Abschaltung kann ebenfalls mit Gitter oder auch zweckmässig auf der Drehstromseite vorgenommen werden. Der erste Schritt zur Lösung dieses Problems ist die Schaffung eines Mutators möglichst hoher Spannung und Einheitsleistung. Dahingehende Bemühungen hatten Erfolg; es ist bereits gelungen, mit einem einzigen Mutator für 2000 kW 60 kV Gleichspannung zu erzeugen. Wenn man bedenkt, dass im Betrieb die Spannung zwischen Anode und Kathode den doppelten Wert der Gleichspannung erreicht, so ergibt sich, dass 120 kV im Vakuum mit Hg-Dampf gehalten wurden. Es ist heute ungewiss, wie weit dieses Resultat noch verbessert werden kann, aber die Grenze des Möglichen wurde bestimmt nicht erreicht [6]).

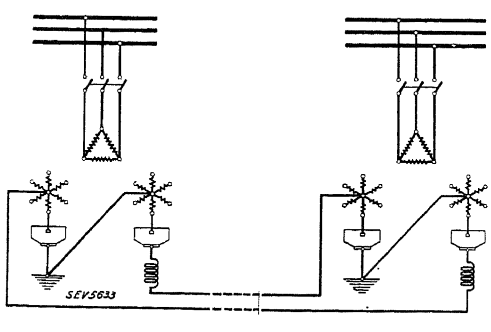


Fig. 9.
Prinzipschaltbild einer Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom.

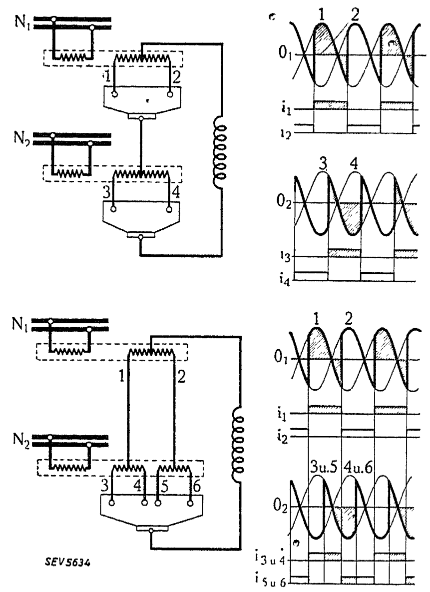


Fig. 10.
Zusammenstellung zur Erläuterung der Wirkungsweise von Wechselstrom-Wechselstrom-Mutatoren.
Rechts sind die gezündeten Spannungen und die Anodenströme aufgetragen.
Oben: Elastische Kupplung zweier Einphasennetze N_1 und N_2 mit 2 Mutatoren über Gleichstrom.
Unten: Elastische Kupplung zweier Einphasennetze N_1 und N_2 mit Hilfe eines einzigen Mutators.

Eine besonders interessante Anwendung des Mutators ist die elastische Kupplung von Wechselstromnetzen gleicher oder verschiedener Frequenz. Die scheinbar komplizierte Wirkungsweise eines Wechselstrom-Wechselstrom-Mutators geht aus Fig. 10 hervor. Dort ist oben die Kupplung zweier Einphasennetze mit Hilfe zweier Mutatoren angegeben, wo der eine den Wechselstrom in Gleichstrom und der andere den Gleichstrom wieder in Wechselstrom umformt. Rechts daneben sieht man die ge-

[5]) Vgl. Bull. SEV 1930, S. 157.
[6]) Vgl. auch E. Kern: Ein Ausblick auf die Gleichstrom-Kraftübertragung der Zukunft, Bull. SEV 1933, Nr. 13, S. 281.

zündeten Spannungen dieser beiden Mutatoren und die zugehörigen Anodenströme. Wird jetzt, wie im unteren Teil der Fig. 10 angegeben ist, der eine Mutator weggelassen und dafür der andere mit doppelter Anodenzahl ausgeführt, so erhält man eine Schaltung, deren Wirkung genau dieselbe ist wie die der oberen. Der Unterschied ist der, dass jetzt der Mutator sowohl im Wechselstrom-Gleichstrom- als auch gleichzeitig im Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb arbeiten muss und dass dafür der Lichtbogenabfall nur einmal im Gleichstromkreise auftritt. Die gezündeten Spannungen dieses Mutators in bezug auf das Netz N_1, bzw. N_2, sind ebenfalls rechts angegeben und man erkennt die Uebereinstimmung mit den oberen Kurven. Die Anodenströme haben den gleichen Verlauf wie oben; nur verteilen sie sich im unteren Diagramm auf vier Anoden, wie aus dem Kurvenbilde zu ersehen ist. Die durch den Wechselstrom-Wechselstrom-Mutator fliessende Energie wird in ihrer Richtung und Grösse mit Hilfe der Gitterspannung durch Einstellung der gezündeten Spannungen geregelt. Der Wirkungsgrad eines Wechselstrom-Wechselstrom-Mutators ist gegenüber rotierenden Umformern namentlich bei kleinen Belastungen erheblich besser, weil die Leerlaufverluste des Mutators viel kleiner sind als diejenigen der Maschinen.

Die Verwendung eines Wechselstrom-Wechselstrom-Mutators zur Kupplung von Netzen verschiedener Frequenz ist verständlich und gegeben; hingegen ist nicht ohne weiteres einzusehen, wozu Netze gleicher Frequenz mit Hilfe eines Mutators gekuppelt werden sollen. Die folgende Ueberlegung soll diesen Fall erläutern. Wir nehmen an, dass von einem Kraftwerk aus erstens ein Ortsnetz gespeist werde und dass zweitens an einen Grossabnehmer eine konstante Energiequote z. B. über eine Fernleitung abzugeben sei. Der Betriebsleiter hat dann die Aufgabe, die über die Fernleitung fliessende Energie konstant zu halten, was er durch entsprechende Regulierung seiner Primärmotoren (Turbinen) erreichen kann. Wird jedoch von demselben Kraftwerk aus noch ein zweiter Grossabnehmer mit einer andern konstanten Energiequote gespeist, so hat es der Betriebsleiter nicht mehr in der Hand, zwei konstante Energiequoten gleichzeitig einzuhalten. Bisher hat man sich dadurch geholfen, dass man die Sammelschienen des Kraftwerkes aufteilte und entsprechend der Anzahl Bezüger von konstanter Energie mehrere Separatbetriebe einrichtete. Dies hat den Nachteil, dass ein Grosskraftwerk durch diese Aufteilung in kleinere Kraftwerke aufgeteilt wird.

Schaltet man jedoch in jede abgehende Leitung mit konstanter Energiequote einen Wechselstrom-Wechselstrom-Mutator, so kann mit Hilfe der Gittersteuerung die über ihn fliessende Energie nach Belieben und unabhängig von den Frequenzen der gekuppelten Netze eingestellt werden. Die Generatoren können wieder alle auf eine gemeinsame Sammelschiene geschaltet werden. Durch den Dreiphasen-Dreiphasen-Mutator wird die unabhängige Betriebsführung der einzelnen Kraftwerke wieder hergestellt.

Fig. 11 zeigt die Schaltung eines Dreiphasen-Dreiphasen-Mutators zur elastischen Kupplung von zwei Drehstromnetzen. Im Schaltbild sind die Verbindungen zwischen den beiden Transformatoren nur für eine Phase gezeichnet [7]). Die Analogie zur Fig. 10 ist leicht erkennbar, indem die beiden Transformatoren ebenfalls in Serie geschaltet sind, wobei der zweite Transformator eine doppelte Sekundärwicklung erhält. Die drei Nullpunkte des Transformators links werden an eine dreischenklige Saugdrosselspule angeschlossen, die den Energieausgleich zwischen den einzelnen Phasen besorgt derart, dass, wenn eine Phase des einen Netzes im Energiemaximum steht und die mit ihr gekuppelte Phase des andern Netzes ein Energieminimum hat, der Leistungsausgleich über die Saugdrosselspule erfolgen

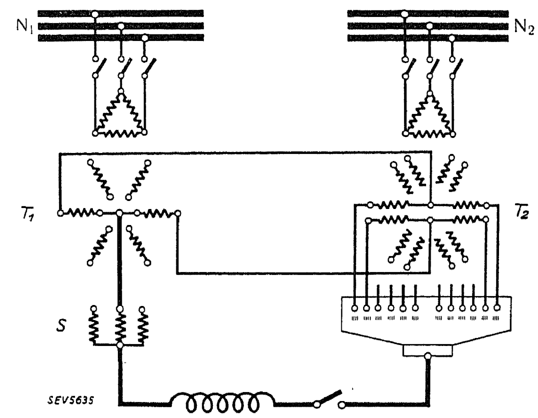


Fig. 11.
Prinzipschaltbild eines Dreiphasen-Dreiphasen-Mutators zur elastischen Kupplung zweier Drehstromnetze gleicher oder verschiedener Frequenz.
T_1 Transformator des Netzes N_1 mit einfacher Sekundärwicklung.
T_2 Transformator des Netzes N_2 mit doppelter Sekundärwicklung.
S Dreischenklige Saugdrosselspule zum Energieausgleich zwischen den Phasen.
L Drosselspule zur Aufnahme der Oberwellen der Anodenfrequenz.

kann. Besonders einfach ist die Inbetriebsetzung eines solchen Mutators. Es wird vorerst der Oelschalter des einen und dann der Oelschalter des andern Transformators eingelegt. Dadurch kommen beide Transformatoren unter Spannung und die hier nicht eingezeichnete Gittersteuerung setzt automatisch ein. Man braucht nur noch den Schalter in der Kathodenleitung zu schliessen und die Anlage geht ohne irgendwelches Synchronisieren in Betrieb.

Ein anderer Wechselstrom-Wechselstrom-Mutator ist der Dreiphasen-Einphasen-Mutator zur elastischen Kupplung eines Drehstromnetzes 50 Per./s mit einem Einphasennetz 16²/₃ Per./s [8]). Diese Art der Kupplung ist etwas schwieriger als die letztge-

[7]) E. Kern, Brown-Boveri-Mitt., Dez. 1934, S. 214.
[8]) Vgl. Feinberg, Die Gittersteuerung beim unmittelbaren Drehstrom-Einphasenstrom-Mutator. Bull. SEV 1936, Nr. 20, S. 566.

nannte, weil die Drehstromenergie zeitlich konstant und die Einphasenenergie pulsierend ist [9]). Die Umformung einer Energie in die andere kann mit Hilfe eines Mutators, der an sich nur ein Schaltapparat ist, nicht vorgenommen werden, wenn nicht gleichzeitig durch geeignete Mittel eine Energiespeicherung vorgesehen wird, die den Ausgleich besorgt. Diese Speicherung erfolgt in besonders eleganter Weise, wenn man Drosselspulen und Kondensatoren dazu benützt, die gleichzeitig die Kurvenform der sinusförmigen Spannungen des Drehstromnetzes und des Einphasennetzes und erkennt aus den untereinander stehenden Oszillogrammen, wie die beiden Spannungen elastisch aneinander vorübergleiten. Der genauere Mechanismus dieser Elastizität ist aus den linksstehenden Oszillogrammen zu entnehmen, wo nämlich zwei Anodenströme und ihr gegenseitiges Sich-Ueberschneiden erkennen lassen, wie der Aufbau des Einphasenstromes aus Teilstücken des Drehstromes erfolgt.

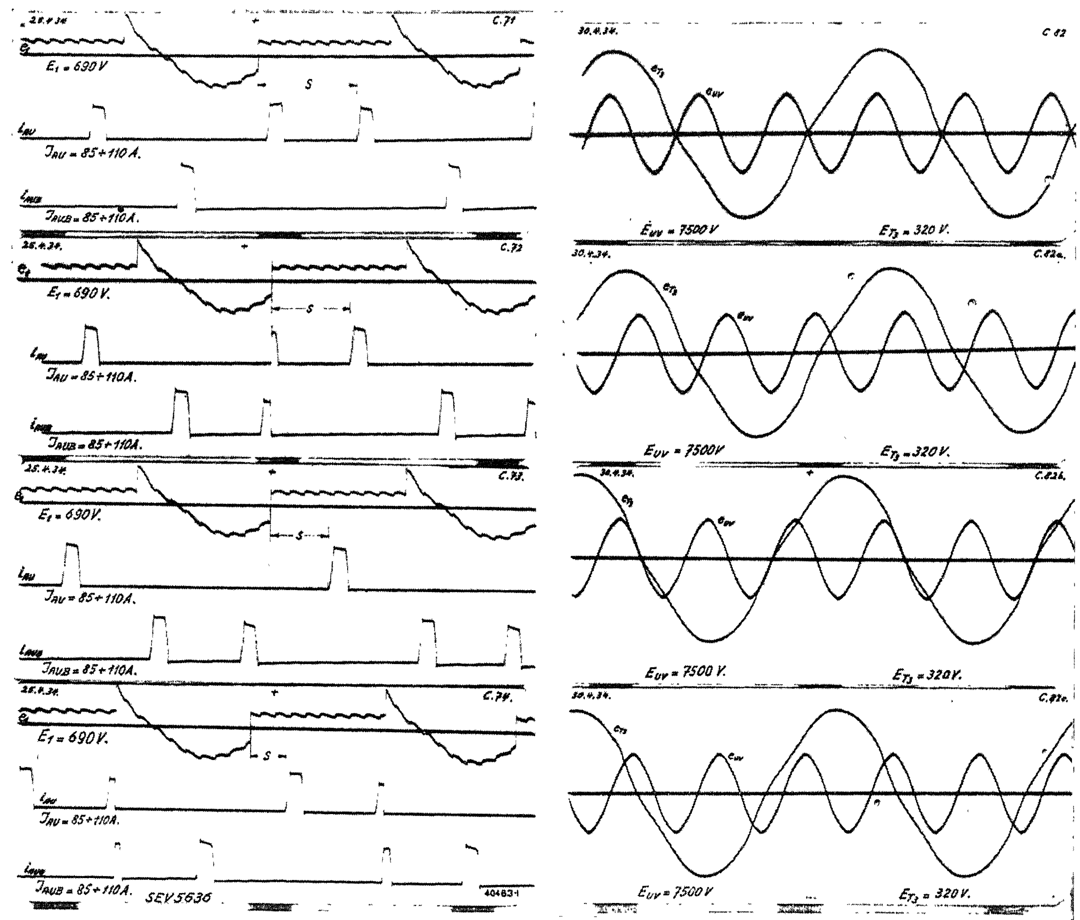


Fig. 12.

Dreiphasen-Einphasen-Mutator zur elastischen Kupplung eines Drehstromnetzes 50 Per./s mit einem Einphasennetz 16 ⅔ Per./s.

e_1 = Spannung zwischen Kathode und einem Nullpunkt des Transformators 50 Per./s.
J_{AU} = Anodenstrom der Phase U des Systems I.
J_{AUB} = Anodenstrom der Phase U_B des Systems II.
e_{UV} = Verkettete Spannung des Drehstromnetzes.
e_{T3} = Spannung des Einphasennetzes.

Man erkennt das stetige Vorbeigleiten sowohl der Anodenströme als auch der Spannung 50 Per./s gegenüber der Einphasenspannung 16 ⅔ Per./s.

Einphasenspannung und des Einphasenstromes sinusförmig gestalten. Die Ausnützung der Kondensatoren ist doppelt, weil diese gleichzeitig zur Lieferung des erforderlichen Blindstromes für das Einphasennetz benützt werden. Ohne in diesem Zusammenhange auf eine nähere Beschreibung des ganzen Systems einzugehen, kann man schon aus den in Fig. 12 gezeigten Oszillogrammen einige interessante Feststellungen machen. Rechts sieht man die

Bei diesen Ausführungen wurde bewusst auf die Erläuterung der rein physikalischen Vorgänge im Mutator verzichtet, um die Bedeutung der zahlreichen neuen Anwendungen des Mutators eingehender behandeln zu können. Zusammenfassend hat sich ergeben, dass der Kurzschluss- und Rückzündungsschutz durch gesteuerte Gitter, die Regulierung der Gleichspannung, bzw. des Gleichstromes, verschiedene neuartige Lösungen des Rekuperationsproblems mit Mutatoren und die elastische Netzkupplung bereits praktisch erprobt worden sind.

[9]) Ch. Ehrensperger, Brown-Boveri-Mitt., Juni 1936, S. 96.

Die Entwicklung der Zukunft gilt vor allem der Schaffung von Mutatoren grosser Leistung, sowohl für grosse Ströme als auch für hohe Spannungen. Es ist in ganz besonderem Masse der Tatkraft der schweizerischen Industrie zuzuschreiben, dass aus einer über 30 Jahre alten ausländischen Erfindung ein Apparat für jeden beliebigen Umformungszweck geschaffen worden ist.

Auszug[1]) aus dem Referat

von

Herrn Dr. *W. Dällenbach,*

S. A. des Ateliers de Sécheron, Genf, und Julius Pintsch A.-G., Berlin.

über

Grossgleichrichter[2]) ohne Vakuumpumpe.

Die früheren Messungen des Autors über Wasserstoffdiffusion bei Vakuumgefässen aus Eisen werden bestätigt. Ein Gleichrichter für 200 A bei 600 V mit Vakuumgefäss aus Eisen, ohne Vakuumpumpe und mit unmittelbarer Luftkühlung wird beschrieben. Der Gleichrichter ist auch im kalten Zustand überlastbar und kann als Freiluft-Typ gebaut werden.

L'auteur communique que les anciennes mesures sur la diffusion de l'hydrogène dans les récipients à vide, en fer, ont été confirmées. Il décrit ensuite un redresseur à cuve de fer, pour 200 A sous 600 V, sans pompe à vide, à refroidissement direct à air. Ce redresseur peut être surchargé à froid et on peut le construire pour montage en plein air.

In einer früheren Mitteilung[3]) berichtete ich über vakuumtechnische Arbeiten, durch welche es möglich geworden ist, Grossgleichrichter dauernd ohne Vakuumpumpe zu betreiben. Ein wesentliches Ergebnis jener Untersuchungen ist die Tatsache, dass Wasserstoffionen aus dem Kühlwasser durch die Eisenwandungen des Gleichrichtergefässes hindurch diffundieren, den für störungsfreie Arbeitsweise erforderlichen Entgasungszustand beeinträchtigen und den pumpenlosen Betrieb unmöglich machen. Dagegen können Grossgleichrichter dauernd ohne Vakuumpumpe betrieben werden, wenn statt Wasser eine von Wasserstoffionen freie Kühlflüssigkeit benutzt wird oder wenn die Gefässwandungen aus einem Material bestehen oder mit einem Material dicht überzogen sind, welches die Eigenschaft hat, aus dem Kühlwasser keine Wasserstoffionen aufzunehmen.

Diese Ergebnisse unserer Untersuchungen wurden bezweifelt[4]). Inzwischen hat das Physikalisch-chemische Institut der Universität Berlin unter Leitung von Herrn Prof. Bodenstein unsere Messungen wiederholt und in vollem Umfang bestätigen können. Herr Prof. Bodenstein hat darüber ein ausführliches Gutachten erstattet. Eine grosse Zahl weiterer Beobachtungen, welche wir seit meiner ersten Mitteilung gemacht haben, geben ebenfalls keine Veranlassung, Berichtigungen an den damals mitgeteilten Ergebnissen und Ueberlegungen vorzunehmen.

Im folgenden soll über einige Resultate weiterer Entwicklungsarbeiten an Grossgleichrichtern ohne Vakuumpumpe berichtet werden:

Elektrodeneinführung. Ursprünglich habe ich zur Stromeinführung in Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe ein Glasrohr als Isolator verwendet, welches an jedem Ende mit je einem Metallrohr direkt verschmolzen war. Das eine Metallrohr wurde mit dem stromeinführenden Leiter, das andere mit der Gefässwand vakuumdicht verschweisst.

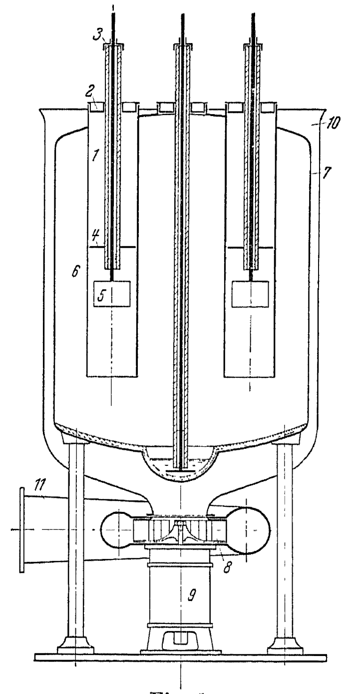


Fig. 1.
Schnitt durch einen Gleichrichter. 200 A, 600 V.

1 keramisches Rohr
2, 3 Metallmembran
4 Stützblech
5 Anode
6 Anodenschutzrohr
7 Gefässwand
8 Ventilator
9 Motor
10 Lufteintritt
11 Luftaustritt

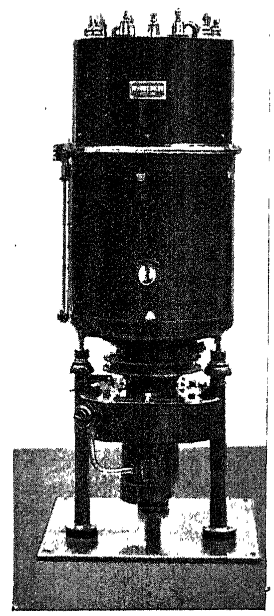


Fig. 2.
Ansicht eines Gleichrichters ohne Vakuumpumpe, 200 A, 600 V.

Das Glasrohr musste durch besondere Massnahmen gegen mechanische und elektrische Beanspruchungen geschützt werden. Gegenüber einer derartigen Konstruktion konnte, wie Fig. 1 zeigt, die Elektrodeneinführung wesentlich vereinfacht werden durch Anwendung eines Glas- oder Emailflusses

[1]) Der Vortrag von Herrn Dr. W. Dällenbach ist nur auszugsweise wiedergegeben; der vollständige Wortlaut wurde in der ETZ, Bd. 57 (1936), S. 937, Heft 33, vom 13. Aug. 1936 veröffentlicht.

[2]) Auf Wunsch des Autors «Gleichrichter» statt «Mutator», siehe Einleitung Seite 685.

[3]) W. Dällenbach, ETZ, Bd. 55 (1934), S. 85; siehe Referat im Bull. SEV 1934, Nr. 7, S. 179.

[4]) Brown, Boveri-Mitt. 1935, Nr. 1/2, S. 63.

als vakuumdichter Verbindung zwischen einem keramischen Rohr 1 und den nachgiebigen Metallmembranen 2 und 3. Die neue Elektrodeneinführung kann ohne Schaden auf über 500° erhitzt werden.

Kühlung mit atmosphärischer Luft. In Versuchen, welche sich insgesamt über viele Monate erstreckten, zeigte sich, dass pumpenloser Betrieb von Grossgleichrichtern auch bei unmittelbarer Kühlung mit atmosphärischer Luft möglich ist. Dieses Ergebnis war nicht vorauszusehen, denn an der Oberfläche von Metallwandungen sind bekanntlich übereinander viele Lagen von Wassermolekülen adsorbiert. Diese adsorbierte Wasserschicht wird bei unmittelbarer Kühlung mit atmosphärischer Luft dauernd aus dem Wasserdampf der Atmosphäre ergänzt. Wieso aus dieser adsorbierten Wasserschicht der Wasserstoff nicht in gleicher Weise wie aus dem Kühlwasser durch die Eisenwandung hindurch ins Innere des Vakuums diffundiert, ist zur Zeit noch unaufgeklärt.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt, Fig. 2 eine Ansicht eines Gleichrichtergefässes für 200 A Gleichstrom, 600 V Gleichspannung und unmittelbare Kühlung mit atmosphärischer Luft. Das Gefäss ist seit nahezu einem Jahr ohne Rückzündungen und ohne Beeinträchtigung des Vakuums in einem Bahnkraftwerk in Betrieb.

Vergleich von Vakuumgefässen aus Metall mit solchen aus Glas in bezug auf Gasaufzehrung. Fig. 3 zeigt zwei vollkommen gleichgebaute einanodige Gleichrichtergefässe. Unten befindet sich die Quecksilberkathode, in der kugelförmigen Erweiterung oben die Anode aus vakuumgeschmolzenem Eisen. Die beiden Gefässe unterscheiden sich nur dadurch voneinander, dass das Gefäss links ganz aus Glas, das Gefäss rechts dagegen im rohrförmigen Mittelstück zwischen Kathode und Anode aus Eisen, im übrigen ebenfalls aus Glas besteht. Ausgehend vom hochentgasten Zustand wurden während der Belastung mit ein und derselben Gleichstromstärke in beide Gefässe kleine Mengen von Wasserstoff eingeführt und der Lichtbogenabfall sowie der Gasdruck in Abhängigkeit von der Brennstundenzahl beobachtet. Die Ergebnisse sind in Fig. 4 und 5 aufgezeichnet. Obschon der Metallröhre pro Brennstunde ungefähr eine dreimal grössere Wasserstoffmenge zugeführt wurde als der Glasröhre, blieben Lichtbogenabfall und Gasdruck bei der Metallröhre ganz erheblich unter den entsprechenden Werten bei der Glasröhre. Die Aufzehrung des Wasserstoffs durch die Gasentladung geht also bei der Metallröhre viel rascher vor sich als bei der Glasröhre. Die Gründe sind folgende: Der Wasserstoff wird durch die Lichtbogenentladung ionisiert. Die Wasserstoffionen können in die Metallwand eindringen und durch diese hindurch ins Freie entweichen, während ein Eindringen von Wasserstoffionen und ihre Diffusion in der Glaswand nicht möglich sind. Bei der Glasröhre wird der durch die Entladung ionisierte Wasserstoff ausschliesslich von den Elektroden, insbesondere von der Quecksilberkathode aufgenommen und zum Teil wieder abgegeben, wie aus etwa 20 im Kathodenquecksilber beobachteten Gasblasen geschlossen werden kann. Gleichrichter mit Eisengefäss haben also gegenüber solchen mit Glasgefäss den weiteren erheblichen Vorteil, dass

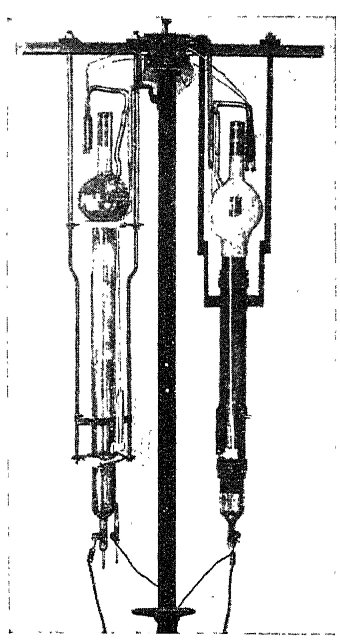


Fig. 3.
Versuchsanordnung (Glas- und Metallrohr) zum Vergleich von Glas- und Eisengleichrichtern.

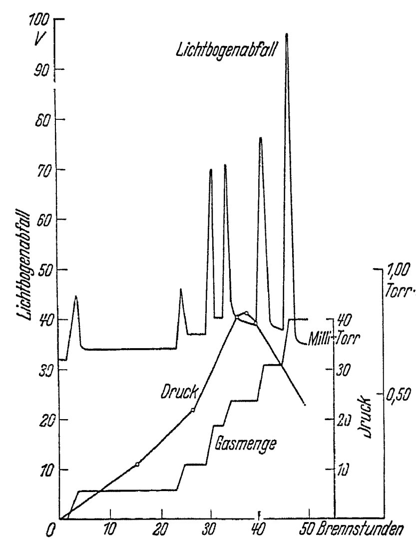


Fig. 4.
Wasserstoffaufzehrung bei Glasrohr.

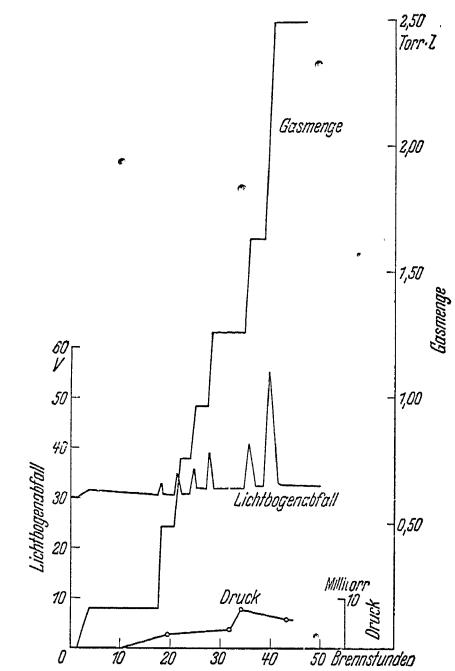


Fig. 5.
Wasserstoffaufzehrung bei Metallrohr.

die Eisenwandung im Gegensatz zur Glaswandung gasaufzehrend wirkt, was eine dauernde Verbesserung des Vakuums zur Folge hat.

Grossgleichrichter als Freiluft-Typ, betriebsbereit und überlastbar bei Temperaturen bis min. 30°. Der Quecksilberdampfgleichrichter hat bekanntlich bisher [5]) [6]) in der Stromstärke eine wohl definierte und einwandfrei wiederholbare Belastungsgrenze, den sogenannten Grenzstrom. Beim Erreichen dieses Grenzstroms zeigen sich folgende Erscheinungen:

a) der Lichtbogenabfall steigt steil an;
b) gewöhnlich treten in Verbindung damit Ueberspannungen auf, welche Ueberschläge der Isolatoren zur Folge haben können;
c) es treten Rückzündungen auf.

Dieser Grenzstrom liegt um so höher, je höher die Quecksilberdampfdichte im Anodenraum, also auch je höher die Gefässtemperatur gewählt wird. Auf das Bestehen dieser Belastungsgrenze und ihre Temperaturabhängigkeit ist es zurückzuführen, dass sowohl die von der CEI [7]) als auch vom VDE [8]) aufgestellten Entwürfe zu Regeln für die Prüfung von Gleichrichtern Ueberlastungen bei kaltem Gefäss nicht vorschreiben, sondern zulassen, dass Ueberlastungen im Anschluss an Dauernennlast, also im betriebswarmen Zustand des Apparates vorgenommen werden dürfen. Diesen Regeln liegt die dem Gleichrichterfachmann seit langem geläufige Erfahrung zugrunde, dass kalte Gleichrichterzylinder selbst beim Einschalten auf Teillast Ueberspannungen und Rückzündungen zeigen können.

Zum gleichen Erscheinungsbereich gehören die Ueberspannungen, auf welche Ingenieure von Bahngesellschaften hingewiesen haben, als sie die Frage aufwarfen, ob bei Fahrdrahtspeisung aus Gleichrichtern eine Verstärkung der Leitungsisolation erforderlich sei. Hierüber haben Untersuchungen stattgefunden, mit dem Ergebnis, dass im Gleichstromkreis Ueberspannungen verhältnismässig unbedeutend und Verstärkungen der Fahrdrahtisolation usw. also nicht erforderlich seien. Die Ursache der behaupteten Ueberspannungen konnte in jenen Untersuchungen nicht geklärt werden [9]). Es fehlt im Bericht über diese Versuche auch jede Angabe über die Temperatur der Gleichrichtergefässe, woraus geschlossen werden kann, dass deren Bedeutung für die Frage der Ueberspannungen nicht berücksichtigt worden ist.

Bei der Gleichrichterkonstruktion nach Fig. 1 und 2 konnte die Belastungsgrenze oder der sogenannte Grenzstrom des Apparates, *auch für den vollkommen kalten Zustand,* dank besonderer Massnahmen, über welche in einer späteren Veröffentlichung berichtet werden wird, so hoch hinaufgerückt werden, dass der Lichtbogenabfall beim Nennstrom von 200 A nur 19 V beträgt und bei der 3,5fachen Ueberlast, also 700 A, einen Scheitelwert von nur 26 V erreicht, ohne dass damit irgendeine Grenze der Ueberlastbarkeit gegeben wäre. Der Apparat kann also bei wetterfester Ausbildung der äusseren Isolatoren ohne weiteres als Freiluft-Typ aufgestellt werden und ist in der angegebenen Weise überlastbar bis zu Temperaturen von minus 30° C.

Grenzstrommesser. Die bisher verwendeten Hitzdrahtvakuummeter sind bei vakuumtechnisch einwandfreier Herstellung der Gleichrichtergefässe überflüssig, dagegen ist ein einfaches und robustes Instrument zur Ueberwachung des Quecksilber-

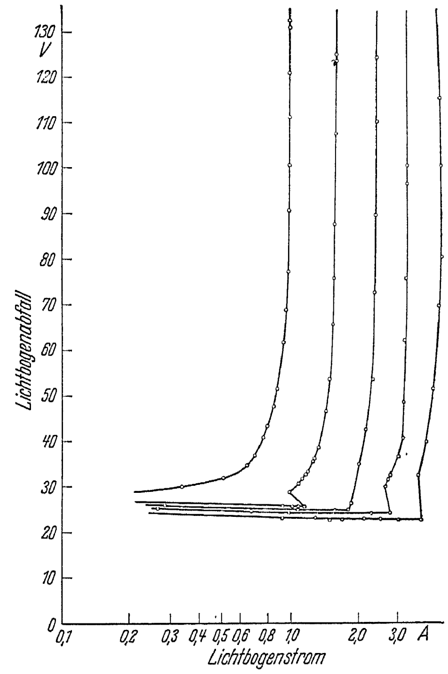


Fig. 6.
Strom-Spannungs-Kennlinien des Grenzstrommessers.

dampfdruckes von Wert. Fig. 6 zeigt für verschiedene Quecksilberdampfdrücke die Strom-Spannungs-Kennlinien an einer in besonderer Weise ausgebildeten Anode, welche unmittelbar die Messung der mit dem Quecksilberdampfdruck zunehmenden Belastungsgrenze, also des sogenannten Grenzstromes des Apparates erlaubt. Man erkennt, dass mit wachsendem Lichtbogenabfall der Strom über den Grenzstrommesser einem Sättigungswert zustrebt. Dieser Sättigungswert dient zur Anzeige und ist um so grösser, ein je höherer Quecksilberdampfdruck in der Nähe der Anode des Grenzstrommessers herrscht.

Zum Schluss bleibt mir die angenehme Pflicht, meinem engen Mitarbeiter, Herrn Eduard Gerecke, sowie den Herren Gustav Oesch und Rudolf Surber für die Durchführung der Versuche und den beiden Firmen S. A. des Ateliers de Sécheron, Genf, und Julius Pintsch A.-G., Berlin, welche die Arbeiten finanziell ermöglicht haben, herzlich zu danken.

[5]) Langmuir und Mott-Smith, Gen. electr. Rev., Bd. 27 (1924), insbesondere S. 770 u. 771.

[6]) Hull u. Brown, Trans. Amer. Inst. electr. Engr., Bd. 50 (1931), S. 744, vgl. a. J. Amer. Inst. electr. Engr., Bd. 50 (1931), S. 788 und Bd. 53 (1934), S. 1435.

[7]) Commission Electrotechnique Internat., Mitteilung des Bureau Central vom 19. Aug. 1935 an die National-Komitees.

[8]) Entwurf VDE 0555: ETZ 57 (1936), S. 75.

[9]) CFI, Dokumente 9 (Schweiz) 104, 105 u. 106.

Diskussionsbeitrag

von Herrn *A. Gaudenzi*,
Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Gestatten Sie mir einige ergänzende Angaben zur Frage der Wasserstoffdiffusion und zu dem Mutator aus Metall ohne Pumpe. Ich beziehe mich dabei auf den Vortrag von Herrn Dr. Dällenbach, auf seine Veröffentlichung in der ETZ vom 25. Januar 1934 und auf unsere Versuchsresultate, veröffentlicht in den Brown-Boveri-Mitt. 1935, Nrn. 1/2, S. 63. Unsere Laboratoriumsversuche mit evakuierten, blanken Eisenrohren in destilliertem Wasser von 90° C (Diffusionskonstante $3100 \cdot 10^{-5} \frac{\mathrm{cm^3\,mm\,Hg}}{\mathrm{cm^2\,h}}$) stimmen ungefähr mit denjenigen von Herrn Dr. Dällenbach bei 95° C (Diff.-Konstante $27\,700 \cdot 10^{-5}$) überein, wenn man die starke Abhängigkeit der H-Diffusion von der Wassertemperatur berücksichtigt; d. h. wir haben diese sehr interessante Erscheinung nachträglich auch bestätigt gefunden. Betrachtet man aber unsere Diffusionskonstante von $156 \cdot 10^{-5}$ für blanke Stahlrohre in Leitungswasser von 60° C (max. Kühlwassertemperatur für Mutatoren), dann ist das nur 0,56 % von $27\,700 \cdot 10^{-5}$, also so wenig, dass ein normaler Mutator *selbst mit blanker, wasserbenetzter* Aussenoberfläche von dieser sehr geringen Wasserstoffdiffusion nichts Nachteiliges merkt, weil die Vakuumpumpe hoher Saugleistung das wenige, eindringende H-Gas sofort wegschafft. Alle von uns gelieferten Zylinder werden nun mit einem Rostschutzanstrich versehen. Dadurch wird die schon ohne Rostschutz ganz ungefährliche Wasserstoffdiffusion ganz bedeutungslos. Die Diffusionskonstante sinkt nämlich in diesem Fall für 60° C Kühlwassertemperatur von $156 \cdot 10^{-5}$ auf $0{,}6 \cdot 10^{-5}$ und bleibt auch bei 95° C auf diesem ausserordentlich tiefen Wert, d. h. der Anstrich dichtet vollkommen gegen Wasserstoff. Ein praktisches Beispiel soll dies noch eindringlicher zeigen. Auf unsere Veranlassung wurden auf einer Anlage die Hoch- und Vorpumpe eines ganz normalen Mutators (Hg- und Gummi-Dichtungen), der seit 1925 in Betrieb ist, während eines ganzen Jahres (1934/35) stillgesetzt. (Mittlere Kühlwassertemperatur 30° C, tägliche Lastdauer 18 Std.). Als Abschluss gegen die Atmosphäre war einzig der Hahn unter Oel in der Vorpumpe vorhanden und trotzdem stieg der Restgasdruck, am Hitzdrahtvakuummeter abgelesen, während dieses Jahres nicht höher als auf $5 \ldots 7 \cdot 10^{-3}$ mm Hg, ein Beweis für seine vorzügliche Dichtigkeit auch gegen Wasserstoff. Bestände eine Wasserstoffdiffusion, dann hätte der Restgasdruck im Zylinder in einem Jahr bei vollständig blanker Oberfläche auf folgende Werte ansteigen müssen:

Druckanstieg	Wassertemperatur	Diffusionskonstante	Nach Versuch von
210 mm Hg = 100%	95° [1]	$27700 \cdot 10^{-5}$	Dällenbach
0,35 mm Hg = 0,17%	30° [2]	$50 \cdot 10^{-5}$	Brown Boveri
Beobachtet wurde aber:			
0,007 mm Hg = 0,0035%	30° [2]	$0{,}6 \cdot 10^{-5}$	Brown Boveri

[1]) Destilliertes Wasser.
[2]) Leitungswasser.

Damit ist der praktische Beweis erbracht, dass mit dem üblichen Kühlwasser und mit Temperaturen unter 60° C die H-Diffusion minimal ist, selbst für blanke Kühloberflächen, und dass bei Anwendung des normalen gesunden Rostschutzanstriches auch noch nach 10 Jahren eine vollkommene Dichtigkeit gegen Wasserstoff besteht. Die von Herrn Dr. Dällenbach an blanken Eisenröhren in destilliertem Wasser festgestellte, an sich sehr interessante Erscheinung ist für unsere Mutatoren aus Eisen mit Pumpe ohne praktische Bedeutung. Das wird auch durch unsere sehr günstigen Betriebserfahrungen an einigen tausend Mutatoren nur bestätigt. In der ETZ vom 25. Januar 1934, S. 88, wird nämlich der in den Mutator eindringende Wasserstoff für einen Teil der Rückzündungen verantwortlich gemacht. Ohne auf die Erklärungen über die Aufnahme und Abgabe des Wasserstoffes besonders durch die Anoden und diese Rückzündungsursache näher einzutreten (wir sind über diesen Punkt verschiedener Meinung[1])) müssen wir betonen, dass unsere Beobachtungen und Erfahrungen den Annahmen von Herrn Dr. Dällenbach widersprechen. Dies gilt für alle Zylinderleistungen bis ca. 5500 kW und alle möglichen Belastungsarten, wie ununterbrochener Dauerbetrieb über Monate, oder kurzdauernde hohe Spitzenlasten und abwechselnd wochenlanger Dauerbetrieb mit anschliessenden monatelangen Betriebspausen.

Zu dem zugeschweissten Mutator ohne Pumpe ist ergänzend noch zu sagen: Bei den bescheidenen Leistungen des kleinsten Metalltyps für z. B. 600 A, 360 kW, lässt sich wohl verstehen, dass ein einigermassen sicherer Betrieb möglich erscheint. Vor einer ganz anderen Situation steht man aber bei den mittleren und grossen Typen mit mehr als 15facher Leistung, bestimmt für die verschiedensten Belastungsarten, wie schon oben angegeben. Selbst wenn ein Mutator an sich vollkommen jeder zulässigen normalen Dauer- und Ueberlast gewachsen wäre, kann es durch fehlerhafte Betriebsführung und Ueberwachung vorkommen, dass im Innern Ueberbeanspruchungen entstehen, die eine Ueberholung des Apparates nötig machen. Der Betriebsleiter steht dann vor der Tatsache, den Mutator nicht an Ort und Stelle reparieren zu können. Er muss ihn in die Fabrik schicken, denn nur dort sind die nötigen, teuren Spezialeinrichtungen (Heizöfen mit mehreren m³ Inhalt für 500° C und Pumpeneinrichtungen) vorhanden. Was das heisst, wenn die Anlage in Australien, Südafrika oder China ist, kann jeder ermessen. Ausserdem kann nur der Spezialist diese Mutatoren behandeln, während beim Mutator mit Pumpe jeder Arbeiter leicht lernt, wie auch eine grössere Ueberholung durchzuführen ist, ohne auf umfangreiche, teure Einrichtungen angewiesen zu sein. Aber auch beim kleinsten Metallmutator muss es für den Betriebsmann eigentlich sehr unangenehm sein, bei Störungen immer mit der Fabrik rechnen zu müssen. Beim Glasmutator ist es ganz anders, hier kennt man als Lösung nur den Ersatzkolben, weil eine Reparatur nicht möglich ist. Wollte man beim abgeschlossenen Metallmutator auch so vorgehen, dann müsste immer ein Reservezylinder vorhanden sein, was besonders bei Anlagen mit grossen Gefässen recht teuer ist. Die Praxis fordert deshalb unzweideutig, dass Mutatoren, die mittlere und grössere Leistungen umformen, an Ort und Stelle auch durch die Betriebsinhaber reparierbar sein müssen; deshalb sind die Pumpen nötig. Bei den kleinsten Metallmutatoren scheint eine wirtschaftliche Lösung ohne Pumpe möglich, doch bleibt bei Störungen die dauernde Abhängigkeit des Betriebsleiters von der Fabrik bestehen.

Herr **Dr. Dällenbach** nimmt dazu folgendermassen Stellung:

Aus den Aeusserungen des Herrn Gaudenzi geht hervor, dass die Firma Brown, Boveri die Erscheinung der Wasserstoffdiffusion durch Eisenwandungen nachträglich auch bestätigt gefunden hat. Herr Gaudenzi misst aber dieser Erscheinung keine praktische Bedeutung bei, da bei Erniedrigen der Temperatur (auf 60°, bzw. 20°) die diffundierende Menge stark absinke und durch Aufbringen eines Rostschutzanstriches weiter vermindert werden könne. Auf beide Einflüsse, sowohl der Temperatur als auch der Oberflächenbeschaffenheit, wurde in meiner ersten Veröffentlichung «Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe», erschienen in der ETZ, Bd. 55 (1934), S. 85, ausdrücklich aufmerksam gemacht.

In Fig. 1 sind zwei Messreihen, welche wir seinerzeit über die Temperaturabhängigkeit der Wasserstoffdiffusion durch Eisenwandungen aufgenommen haben, durch Kreise, bzw. Kreuze, die Messwerte von BBC (Brown, Boveri-Mitt. Januar/Februar 1934, S. 85) dagegen durch Quadrate dar-

[1]) Siehe Brown-Boveri-Mitt. 1935, Nr. 1/2, S. 63.

gestellt. Die ausgezogene Kurve veranschaulicht die dem Landolt-Börnstein entnommene Temperaturabhängigkeit der Wasserstoffionen-Konzentration in destilliertem Wasser. Sowohl unsere als auch die BBC-Werte sind in Maßstäben aufgetragen, dass die Punkte für 90° C auf die ausgezogene Kurve zu liegen kommen, um die Unterschiede in der Temperaturabhängigkeit möglichst klar hervortreten zu lassen. Unsere Messwerte befolgen angenähert dieselbe Temperaturabhängigkeit wie die dem Landolt-Börnstein entnommene Wasserstoffionen-Konzentration in destilliertem Wasser. Die BBC-Werte für 60° und 20° dagegen liegen viel tiefer. Woher das kommt, entzieht sich meiner Beurteilung. Ich bin gerne bereit, über alle Einzelheiten unserer Versuche an Hand ausführlicher Versuchsprotokolle Auskunft zu geben.

Gestützt auf wenige Messpunkte spricht nun Herr Gaudenzi in seinem Votum unserem viel reicheren und von seinen Ergebnissen abweichenden Beobachtungsmaterial (Fig. 1) erneut die praktische Bedeutung ab. Ich beschränke mich darauf, die folgenden Gründe anzugeben, welche *für* die praktische Bedeutung der Wasserstoffdiffusion sprechen.

1. Je niedriger die Temperatur des Gleichrichters, um so niedriger die Wasserstoffdiffusion, um so niedriger aber auch die Ueberlastbarkeit (Grenzstrom) des Apparates (vgl. mein vorausgehendes Referat). Es gibt Firmen, welche mit Rücksicht auf hohe Ueberlastbarkeit des Apparates hohe Betriebstemperaturen, über 90° C, anwenden.

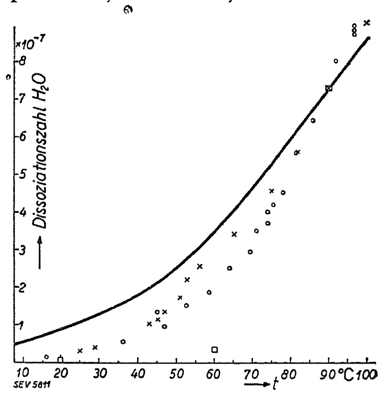


Fig. 1.

2. Es sind zahlreiche Grossgleichrichteranlagen ohne Rostschutz in Betrieb. Erst meine Veröffentlichung (ETZ, Bd. 55 [1934], S. 85) hat zum erstenmal auf den unerwarteten Zusammenhang zwischen Rostschutz und Vakuumhaltung hingewiesen.

3. Pumpenloser Betrieb von Grossgleichrichtern lässt sich nur erreichen, wenn die von mir angegebenen Massnahmen beachtet werden, nämlich:

a) ein Kühlmedium, welches keine freien Wasserstoffionen enthält, oder

b) ein Wandmaterial, welches keine Wasserstoffionen aufnimmt, oder

c) ein dichter Ueberzug der Wand mit einem Material, welches keine Wasserstoffionen aufnimmt.

Herr Gaudenzi führt aus, dass ein normaler Mutator selbst mit blanker, wasserbenetzter Aussenoberfläche von der von BBC gemessenen, sehr geringen Wasserstoffdiffusion nichts Nachteiliges merke, weil die Vakuumpumpe hoher Saugleistung das wenige eindringende H-Gas sofort wegschaffe, und erwähnt Beobachtungen an einem bei 30° C mittlerer Gefässtemperatur im Betrieb befindlichen Grossgleichrichter, dessen Restgasdruck im Zylinder in einem Jahr bei vollständig blanker Oberfläche auf die von Herrn Gaudenzi in der Tabelle angegebenen Werte hätte ansteigen müssen.

Diesen Behauptungen liegt die irrige Auffassung zugrunde, der Wasserstoff könne sich auch bei in Betrieb befindlichem Zylinder im Entladungsraum anreichern und das Vakuum verschlechtern. Ich habe bereits in meiner ersten Veröffentlichung betont:

«Diese Gasabgabe macht sich allerdings so lange nicht bemerkbar, wie der Lichtbogen brennt, dagegen wird sofort nach Abschalten des Lichtbogens eine um so grössere Gasmenge frei, je längere Zeit das Gleichrichtergefäss sich seit dem letzten Pumpen in Betrieb befunden hat.»

«Diese Diffusion von Wasserstoff ins Innere des Vakuumgefässes macht sich, solange der Lichtbogen brennt, am Vakuummeter nicht bemerkbar, indem der von den Wandungen abgegebene und zu Molekülen rekombinierte Wasserstoff durch den Lichtbogen wieder in Ionen umgewandelt und in die Metallwandungen und Elektroden zurückgetrieben wird.»

Herr Gaudenzi geht also in der von ihm angegebenen Tabelle von falschen Voraussetzungen aus. Der Wasserstoff kann sich gar nicht im Vakuum anreichern, sondern wird in die Wände und Elektroden hineingetrieben und führt im Innern der Wände und Elektroden zu Gasaufladungen von viel grösserer Konzentration als bei Austritt ins Vakuum. Die Vakuumpumpe hat also, solange der Lichtbogen brennt, keine Möglichkeit, den Wasserstoff wegzuschaffen, um so mehr, als bei gutem Vakuum und automatischer Ueberwachung des Restgasdruckes die Pumpanlage ausser Betrieb bleibt.

Aus dem letzten Abschnitt der Ausführungen von Herrn Gaudenzi muss entnommen werden, dass die Gleichrichter im praktischen Betrieb Störungen zeigen, die ein gelegentliches Ueberholen nötig machen. Ob diese Störungen auf die fehlerhafte Bedienung durch den Kunden — der dann anderseits ohne Spezialkenntnisse und ohne Spezialeinrichtungen auch grössere Ueberholungen selber soll durchführen können, wie Herr Gaudenzi annimmt — zurückzuführen seien, bleibe dahingestellt. Dagegen können folgende Gründe für Betriebsstörungen angegeben werden:

1. Korrodierende Wirkung des Kühlwassers.
2. Ueberspannungen und Rückzündungen bei Ueberlast oder bei Betrieb mit kaltem Zylinder.
3. Verschmutzen und Verschlammen des Quecksilbers infolge schlechten Vakuums.
4. Schlechtes Vakuum infolge Fehlanzeige des Hitzdrahtvakuummeters oder Versagens der Vakuumpumpe, bzw. ihrer Automatik.
5. Störungen am Hahn in der Hochvakuumleitung.
6. Rückzündungen infolge Aufladung der Elektroden mit Wasserstoff.

Herr Gaudenzi scheint der Ansicht zu sein, dass alle diese Störungsmöglichkeiten nicht mehr bestehen und höchstens «fehlerhafte Betriebsführung und Ueberwachung» Ueberholungen und damit die Vakuumpumpanlage nötig machen. Ich begnüge mich in diesem Zusammenhang, auf die zahllosen Patente hinzuweisen, zu denen sich jedes Jahr neue gesellen, welche gegen die erwähnten Störungsmöglichkeiten Abhilfen vorschlagen. Sind diese Störungsmöglichkeiten vorhanden und sind die Gleichrichter gegen Fehler in der Wartung empfindlich, so kann man allerdings nicht riskieren, die Vakuumpumpe wegzulassen. Es gibt aber einen Weg, die sämtlichen angeführten Störungen mit Sicherheit auszuschliessen und Apparate herzustellen, welche ausser dem alljährlich einmaligen Schmieren des Ventilatormotors keine Wartung benötigen. Diesen Weg habe ich mit meiner Gleichrichterkonstruktion eingeschlagen, nämlich die von den Glühlampen und den Radioröhren her bekannte Vakuumtechnik auf die grossen Leistungen zu übertragen. Glühlampen und Radioröhren waren ursprünglich sehr unzuverlässige und launische Objekte, und erst, als es gelang, vollkommen dichte Stromeinführungen herzustellen und hochwertige Evakuierungsmethoden anzuwenden, ergaben sich die modernen, in ihren Leistungen gleichmässigen Fabrikate, denen z. B. im Sicherheits- und Nachrichtenwesen verantwortungsvolle Aufgaben anvertraut werden. Man muss erwarten, dass die Anwendung eben dieser Herstellungsmethoden auf dem Gebiete der Grossgleichrichter entsprechende Fortschritte zeitigt.

Zum Schluss noch folgendes: Ich teile vorläufig auch die Bedenken von Herrn Gaudenzi, ganz grosse Gleichrichter ohne Vakuumpumpe herzustellen. Aber vielleicht sind an Stelle davon zwei oder drei kleinere pumpenlose Gross-

gleichrichter einfacher, zuverlässiger und auch billiger als ein einziger Mammutzylinder mit 24 Anoden und zwei Vakuumpumpanlagen. Es gibt sicher viele Betriebsleiter, welche einem einzigen derartigen Zylinder mehrere pumpenlose Grossgleichrichter kleinerer Leistung vorziehen, ähnlich wie es heute Kunden gibt, die gegenüber einem Grossgleichrichter mit Vakuumpumpe mehrere Glaskolben kleinerer Leistung bevorzugen. Dass bei einer derartigen Unterteilung der ganz grossen Leistungen, die übrigens seit einigen Jahren auch für Gleichrichter mit Vakuumpumpe eingesetzt hat, die Bedenken des Herrn Gaudenzi bezüglich Lagerhaltung von Ersatzkolben verschwinden, ist selbstverständlich.

Referat

von

Herrn Dr. Ing. *Alfred Siemens*, Ingenieur der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin,

über

Fortschritte und Erfahrungen im Stromrichterbau.[1]

Es wird besonders die konstruktive und technologische Seite des Stromrichterbaus unter Berücksichtigung der verschiedenen Typen behandelt, wobei die wärmetechnischen und dielektrischen Fragen im Vordergrund stehen. Es wird auf die Abgrenzung des Anwendungsgebietes von Eisen- und Glas-Stromrichtern eingegangen.

L'auteur examine surtout le côté constructif et technologique des redresseurs et onduleurs, en tenant compte des différents types; les questions touchant à l'échauffement et à la rigidité diélectrique occupent une place prépondérante dans cet exposé, qui se termine par une délimitation du champ d'application des redresseurs à cuve métallique d'une part et de ceux à ampoule de verre d'autre part.

In einem kurzen Ueberblick lassen sich die Erfahrungen und Fortschritte im Stromrichterbau nach folgenden Gesichtspunkten zusammenfassen:

Man beschäftigte sich in den letzten Jahren zunächst damit, die Steuerfähigkeit der Stromrichter jeder Art zu untersuchen, wobei die Schwierigkeiten erwartungsgemäss mit der Grösse der zu steuernden Apparate zunahmen. Anschliessend hieran waren die Hochstromapparate für die hohen Beanspruchungen bei gleichmässiger, insbesondere chemischer Dauerlast durchzubilden, deren Folgeerscheinungen in ihrer Eigenart kennzeichnend für die Vakuumtechnik sind. Es handelt sich im wesentlichen um Werkstoff- und Fertigungsfragen, die hierbei auftreten und auf deren Verfolgung und Anwendung zum guten Teil die Fortschritte im Stromrichterbau beruhen. Weiter erforderten Aufgaben, die sich durch die Ausbreitung von Senderbetrieben ergaben, eine Anpassung an dieses recht ausgedehnte Sondergebiet, und man baute Hochspannungsstromrichter mit Quecksilber- und Glühkathoden, bei denen auch wieder die Beherrschung des Werkstoffes neben den Erkenntnissen der Gasentladungstechnik zum Erfolg führte. Eine besondere Beachtung fand schliesslich noch das Gebiet der mittleren Ströme, vor allem das Grenzgebiet zwischen Eisen- und Glasstromrichtern, in dem man sich Klarheit über die besten Ausführungsformen verschaffte, und schliesslich die Arbeiten am pumpenlosen Eisenstromrichter, bei dem wieder die Werkstoff-Fragen im Vordergrund stehen. Der augenblickliche Entwicklungsstand lässt sich dahingehend kennzeichnen, dass man auf Grund von praktischen Erfahrungen und von wissenschaftlichen Untersuchungen sich einen solchen Ueberblick über die Grundgesetze geschaffen hat, dass man einmal ein gewisses Gefühl für neue Formgebungsmöglichkeiten mit dem Ziel höherer Ausnutzung bekommen hat, und dass man zum andern durch eingehende Beschäftigung mit den Werkstoff-Fragen den bei höherer Ausnutzung auftretenden höheren Beanspruchungen gewachsen ist.

Im einzelnen seien nun einige Beispiele für die Arbeiten angegeben: Die Untersuchung der Steuerfähigkeit läuft im wesentlichen darauf hinaus, einen Maßstab für die Wirksamkeit der Steuergitter bei hohen Beanspruchungen schon während der Prüffeldprobe zu bekommen. Neben Dauerversuchen mit niedriger Aussteuerung, die für das Netzhochfahren wichtig sind, geben Kurzschlussabschaltversuche einen guten Aufschluss. Trotz der bei Kurzschlüssen auftretenden starken Ionisierung dürfen

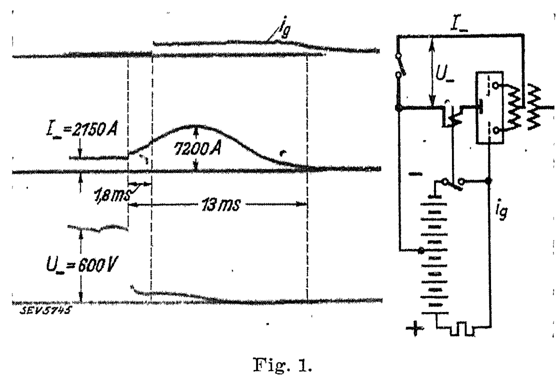


Fig. 1.
Stromrichter, 5000 A, 600 V.
Oszillogramm einer Kurzschlussabschaltung.

die negativ beaufschlagten Gitter eine Zündung, bzw. Wiederzündung der einzelnen Anoden nicht zulassen. Die negative Spannung wird abhängig vom Kurzschlußstrom in bekannter Weise über geeignet bemessene Vorwiderstände mit Schnellrelais an die Gitter gelegt. In Fig. 1 ist ein Oszillogramm einer Kurzschlussabschaltung gezeigt, bei der die gerade brennende Anode ausbrennt und weitere Anoden nicht zünden, so dass nur ein geringer Anstieg des Kurzschlußstromes stattfindet. Die Gitterform, mit der man einen ähnlich kurzen Verlauf am sichersten erreicht, ist demnach als die günstigste zu bezeichnen. Die gesamte Apparatur von tech-

[1]) Auf ausdrücklichen Wunsch des Autors «Stromrichter» statt «Mutator», siehe Einleitung, Seite 585.

nisch ausgeführten Kurzschlussabschalteinrichtungen unter Verwendung eines Schnellrelais zeigt Fig. 2, während Fig. 3 eine vollständige Steuereinrichtung und Kurzschlussabschaltung durch drei gittergesteuerte Hilfsentladungsgefässe angibt. Das eine Gefäss liefert die Zünd- und Sperrspannung, das zweite erzeugt die durch Transformatoren an die Hauptgitter gegebenen Steuerimpulse, mittels des dritten wird bei Kurzschluss trägheitslos die negative Sperrspannung angelegt.

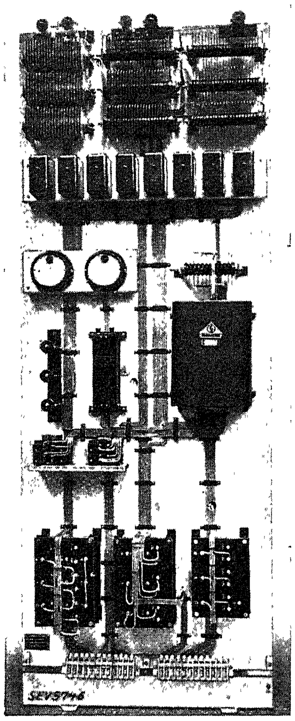


Fig. 2.
Kurzschlusslöscheinrichtung f. Stromrichter, 5000 A, 800 V.

Die Erkenntnis, die sich für die bauliche Ausführung aus den Versuchen ergibt, ist die, mehrere möglichst engmaschige Gitter nahe am Anodenkopf im Anodenschutzrohr einzubauen. Ausserdem ist es möglich, wie eine in Kürze erscheinende Arbeit von Spenke und

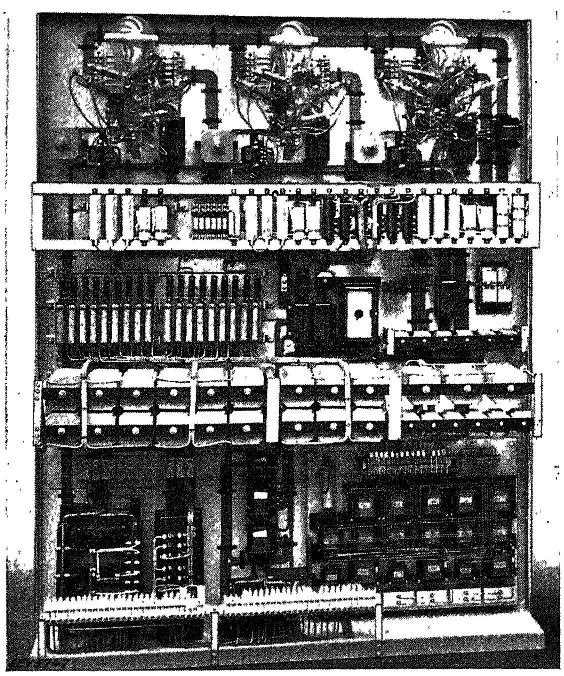


Fig. 3.
Steuereinrichtung mit Hilfsgefässen für Stromrichter bis 5000 A, 800 V.

Steenbeck zeigen wird, die günstigsten Gitterformen zu berechnen. Diese liegen dann vor, wenn die Gitterstege wie die Knotenlinien einer in einer Oberschwingung erregten Membran angeordnet werden. Es entstehen dann in den einzelnen brennenden Lichtbogenfäden gleiche Längsfeldstärken, die für eine gleichmässige Verteilung der Säule über den Rohrquerschnitt nötig sind. Man ist jedoch in der Anordnung der Gitter nicht frei, weil man beachten muss, dass die durch sie erzeugte Erhöhung des Brennspannungsgradienten und die dadurch auftretende Wärmeanhäufung bei Dauerbeanspruchungen mit Hochstrom schädlich wirken kann. Es musste nun die Arbeit einsetzen, durch geeignete Werkstoffauswahl in Verbindung mit der richtigen Formgebung die in jeder Beziehung bestmöglichen Verhältnisse zu bekommen.

Diese Arbeiten erstreckten sich naturgemäss nicht nur auf die Gitter selber, sondern auf die ganze Anode, die in allen ihren Teilen elektrisch,

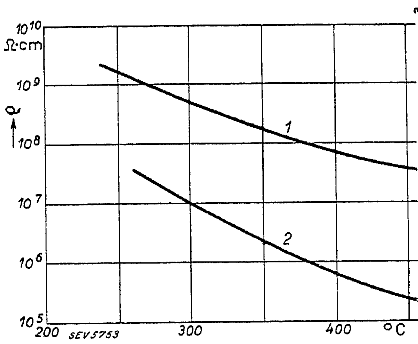


Fig. 4.
Widerstandskurven von keramischem Isolierwerkstoff.
Spezifischer Widerstand (Ω cm) in Funktion der Temperatur (°C)
1 Vor Betriebsbeanspruchung.
2 Nach Betriebsbeanspruchung.

thermisch und mechanisch hoch beansprucht ist. Wärmestauungen sind, wie bereits angedeutet, in allen Teilen peinlichst zu vermeiden. Die Isolierwerkstoffe dürfen sich nicht verändern. Die Kriechwege von Anoden- und Gitterisolatoren müssen dauernd erhalten bleiben, und schliesslich sind die Berührungsstellen von Eisen und Keramik so durchzubilden, dass durch die verschiedenen Eigenschaften in bezug auf Wärmeausdehnung und Wärmeleitfähigkeit keine Schwierigkeiten entstehen. Wie stark ein ungeeigneter Isolierwerkstoff seine Eigenschaften im Dauerbetrieb ändern kann, zeigt Fig. 4, in dem die Widerstandskennlinien vor und nach der Dauerbeanspruchung wiedergegeben sind. Unter Berücksichtigung der verschiedenartigen, z. T. widersprechenden Forderungen, ergab sich der Gesamtaufbau eines Hochstromgleichrichters, der zwar in seinen äusseren Formen nach bekannten Grundsätzen ausgeführt ist, dessen Anoden jedoch die Berücksichtigung der angedeuteten Forderungen zeigen (Fig. 5), die im Grunde und in erster Linie thermischer Natur sind.

Bei der nächsten Gruppe von Stromrichtern, die für Hochspannung, insbesondere Sendebetrieb, mit vergleichsweise kleinen Strömen zu bauen waren, treten rein wärmetechnische Fragen zunächst in den Hintergrund, und es handelt sich bei ihrem Aufbau mehr darum, durch Beherrschung der elektrischen Felder und der sogenannten Wandladungen bei kleinen Abmessungen auf beste Spannungssicherheit zu kommen, ohne die Eigenschaften guter Steuer-

fähigkeit zu verlieren. Zu der in Fig. 6 angegebenen Form führten folgende Ueberlegungen: Bei den ersten Versuchen, Hochspannung mit Glasstromrichtern zu erzeugen, war ein Erfolg in dem beabsichtigten Umfang nicht erzielt worden, trotzdem man beispielsweise den Armen eine mehrfache Knickung gab. Es traten Wandladungen in derartig starkem Masse auf, dass Durchschläge durch die Glaswandungen trotz Anwendung aller möglichen metallischen Schirmanordnungen nicht zu vermeiden waren. Dies war nur durch den ungünstigen Verlauf der Feldlinien zwischen gesperrten Anoden und Kathode, bzw. nicht gesperrten Anoden und brennender Anode zu erklären, die die Glaswände mehrfach schneiden mussten und hierbei durch starke Feldsprünge eine zum Durchschlag führende Ionenanhäufung verursachten. Durch Vergleichmässigung des Feldes in Verbindung mit der Auswahl von günstigeren Werkstoffen mussten diese Schwierigkeiten beseitigt werden können. Die Anordnung war so zu treffen, dass die Feldlinien Anode-Kathode möglichst homogen ohne Durchdringung von Wandungen verlaufen und diese Entfernung klein gegenüber der Entfernung zwischen nicht brennender und brennender Anode ist. Es wurden also sämtliche Kathodenpotential führenden Teile, d. h. der Vakuumkessel aus Eisen und die Gitter als einheitlicher Körper aufgefasst und die Gitter in Höhe des Deckels gelegt, dem die Anoden in geometrisch möglichst einfacher Art gegenübergestellt und ausserhalb des Kessels in glockenförmigen Porzellanschutzrohren untergebracht wurden. Tatsächlich konnten auf diesem Wege ausgezeichnete Erfolge erzielt werden, mit spezifischen Ausnützungen der Stromrichter, wie sie bis dahin nicht erreicht waren.

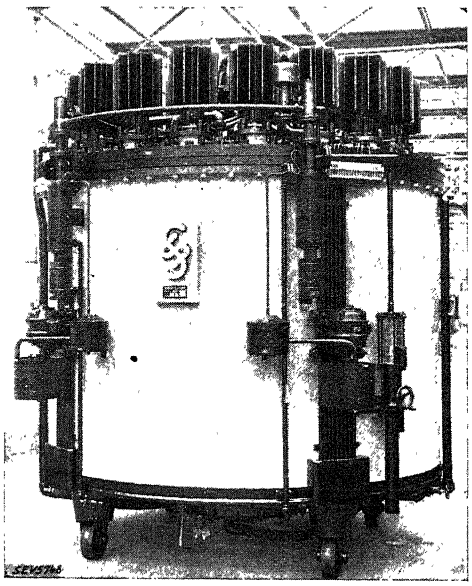


Fig. 5.
Gittergesteuerter Stromrichter, 5000 A, 800 V.

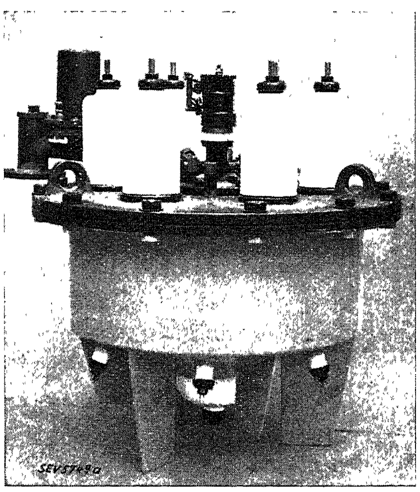


Fig. 6.
Gittergesteuerter Hochspannungs-Stromrichter für Sender 40 A, 12 kV, mit Luftkühlung; Vakuum-Kessel.

Auch hierbei kam eine neuartige Werkstoffbehandlung einer weitgehenden Ausführungsmöglichkeit der angestellten Ueberlegungen sehr zustatten. Durch Anwendung eines Weichlötungsverfahrens zwischen Porzellan und Eisen wurde eine Vakuumdichtung erzielt, die ohne vorspringende Teile feldmässig günstig war, die Anwendung neuartig geformter Porzellane zuliess und ausserdem die Erzielung allerbesten Vakuums ermöglichte. Durch weitere Verfolgung dieser Technik gelang es dann auch, einen nach den gleichen Gesichtspunkten aufgebauten Hochspannungsstromrichter ganz aus Porzellan herzustellen (Fig. 7), der auch bereits im Dauerbetrieb die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges bestätigt hat. Die Steuerung und Kurzschlussabschaltung des Hochspannungsstromrichters ist ohne weiteres möglich und bietet wegen der verhältnismässig geringen Ionisation keine nennenswerten Schwierigkeiten.

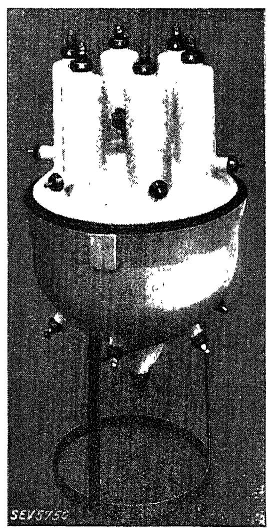


Fig. 7.
Keramik-Metall-Verschmelzungen, vakuumdicht verlöteter Ganzporzellanstromrichter, 15 A, 13 kV.

Es sei der Vollständigkeit halber noch erwähnt, dass es in allerneuester Zeit gelungen ist, auf Grund der gesammelten Erfahrungen auch Glasgefässe mit Quecksilberkathode für Spannungen bis 15 000 V und Strömen bis zu 20 A zu bauen (Fig. 8).

Für viele Zwecke, insbesondere für hohe Spannungen kommen auch gesteuerte und ungesteuerte Stromrichter mit Glühkathoden zur Verwendung, die meist einanodig in Röhrenform gebaut werden und sich aus diesem Grunde besser für eine maschinelle Reihenfertigung eignen. Die Vorteile ihrer Anwen-

dung liegen darin, dass sich die Dampfdruckverhältnisse durch geeignete Wahl der Bauform eindeutig festlegen lassen und dass dementsprechend bei den gesteuerten Ausführungen die Steuergenauigkeit grösser ist. Auch bei diesen Ausführungen ist darauf zu sehen, möglichst homogene Felder zwischen Anode und Kathode zu bekommen und Wandladungen zu vermeiden. Die Entfernung Anode-Kathode wird so gering gewählt, dass man entsprechend dem Paschenschen Gesetz auf die nötigen, hohen Durchschlagfestigkeiten kommt. Die Form der Elektroden lässt keine Streulinien zu, die die Glaswandungen treffen könnten. Bei einem ungesteuerten Gleichrichter kann die Lichtbogenstrecke ohne besondere Abdeckung verbleiben. Bei einem gesteuerten Gleichrichter jedoch muss man für eine geeignete Abschirmung Sorge tragen, um zu verhindern, dass während des gesperrten Teiles der positiven Halbwelle die von der Kathode dauernd ausgesandten Elektronen die Strecke Anode-Gitter ionisieren, d. h. eine Durchzündung verursachen. Vorteilhaft ist es, diese Schirme in Staffeln anzuordnen, die sich kapazitiv gegeneinander aufladen und dadurch das Potentialgefälle unterteilen.

In dem Aufbau der gesamten Stromrichter war bisher das Grenzgebiet zwischen den Ausführungen aus Glas und denen aus Eisen noch nicht ganz klar umrissen und man hatte noch keinen rechten Ueberblick, welche Bauart man für die Ströme zwischen 500 und 1000 A liefern sollte. Die obere wirtschaftliche, leistungsmässige und herstellungstechnische Grenze der Glasgefässe musste festgestellt werden; anderseits waren die Bauformen an der untern Grenze der Eisengefässe dem Gesamtaufwand nach zu vereinfachen.

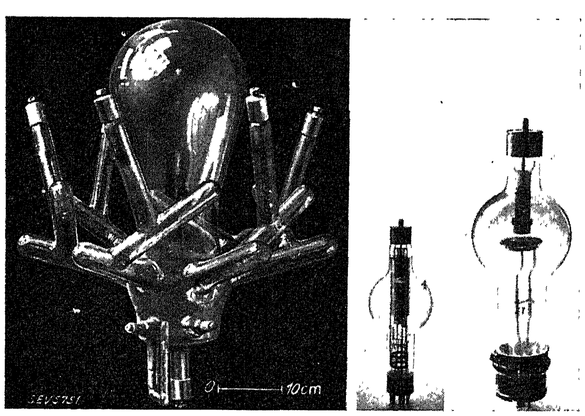


Fig. 8.
Glasgefässe für Hochspannungsstromrichter.

Die Untersuchungen an den Glasgefässen erstreckten sich in zweierlei Richtung dahingehend, ob durch besondere Formgebung noch wesentliche Mehrleistung zu erzielen war, und ferner, welchen Einfluss die Luftgeschwindigkeit auf die Leistungsfähigkeit hat. Zweckmässigerweise sollte man bei Glasgefässen nach dem augenblicklichen Stande der Erkenntnis nicht über Ströme von 500 A pro Einheit hinausgehen, wenn man auch in der Lage ist, wie weiter unten gezeigt werden wird, Ströme von 700 A, ja über 1000 A zu beherrschen. Das Blasen eines solchen Gefässes von etwa 1 m Höhe und 0,5 m Kolbendurchmesser erfordert einen derartigen physischen Aufwand des Glasbläsers, der durch Maschinen nicht ersetzbar ist, dass man die Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit erreicht hat. Die Wärmestrahlung der grossen Kolben bei der Bearbeitung mit dem Gebläse ist kaum mehr erträglich.

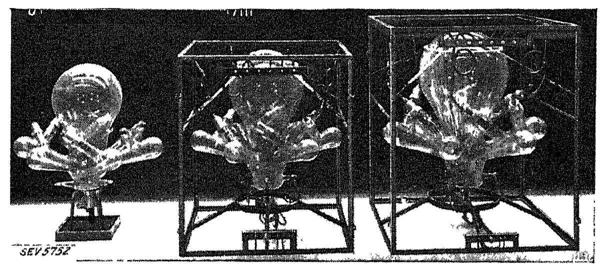


Fig. 9.
Glas-Stromrichterkolben, 600 V.

Besondere Vorteile durch Abänderung der bekannten Kolben- und Armformen waren nicht zu erkennen, so dass man also Ausführungen nach Fig. 9 als günstigste Ausführungsformen ansehen muss.

Einen wesentlichen Einfluss auf die erzielbare Leistung hat die Geschwindigkeit der Kühlluft. Durch Rückstrommessungen kann man gerade bei Glasgefässen die verschiedenen Einflüsse recht gut erkennen. Setzt man einen bestimmten Rückstromwert, etwa 1,5 mA, als für Dauerbetrieb zulässigen Grenzwert an, so ergibt sich die Leistungskurve des grössten Kolbens nach Fig. 10. Man sieht daraus, dass Ströme von 700 A bei 550 V ohne weiteres erreicht wurden. Der dabei benötigte Aufwand von Luftführungen und Lüftern ist jedoch schon recht unbequem; dazu spielt die Lärmfrage bei diesen Luftgeschwindigkeiten eine erhebliche Rolle, so dass

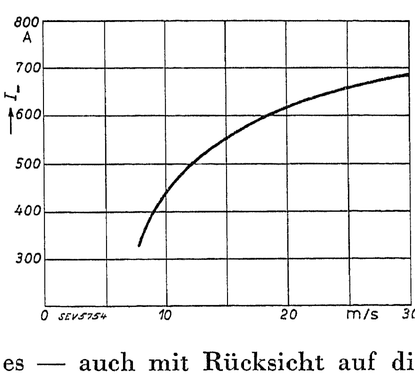


Fig. 10.
Belastung eines Glasstromrichters, abhängig von der Kühlung.
Gleichstrom (A) in Funktion der Luftgeschwindigkeit (m/s).

es — auch mit Rücksicht auf die Werkstoffeigenschaften des Glases — vorteilhaft erschien, sich nach einfacheren Lösungsmöglichkeiten umzusehen, und die Entwicklung von Glasgefässen über Einheiten für rund 500 A, 600 V bei sehr guter Ueberlastungsfähigkeit nicht hinauszutreiben.

Neue Wege sind beschritten worden durch Vereinfachung der Bauformen und Erhöhung der Aus-

nutzung von Eisenmutatoren zur Herabsetzung der wettbewerbsfähigen unteren Grenzleistung der bisherigen Typenreihe. Es gelang unter Berücksichtigung der thermodynamischen, thermischen und

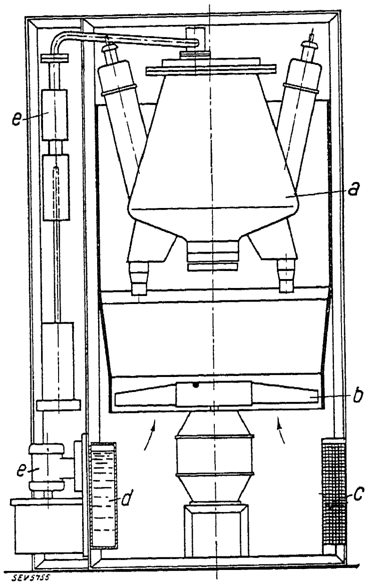


Fig. 11.
Luftgekühlter Eisenstromrichter, 800 A, 800 V.
a Vakuumgefäss.
b Lüfter.
c Rückkühler.
d Ausgleichbehälter.
e Vakuumpumpe.

physikalischen Grundvorgänge (Dampfströmung, Wärmeverteilung und Gasentladung, in Verbindung mit aerodynamischen Ueberlegungen, günstigste Form für Luftkühlung und werkstattechnischen Neuerungen, Lötdichtung mit höheren zulässigen Temperaturen) einen Mittelstromtyp herzustellen, dessen spezifische Leistung gegenüber den bisherigen kleinen Eisenstromrichtern auf das Dreifache gesteigert werden konnte. Den Gesamtaufbau zeigt Fig. 11. In einem den Glasgleichrichteranlagen ähnlichen Gerüst ist der Vakuumkessel, der Lüfter und die Pumpenapparatur untergebracht; an dem Gerüst werden zugleich Steuer- und Erregersatz angebaut. Man bekommt damit eine recht leistungsfähige Eisenstromrichtereinheit zunächst für rund 800 A, 800 V in dem von Glasstromrichtern bekannten und bewährten Schalttafelaufbau.

Es liegt auf der Hand, dass man bestrebt ist, bei Eisenstromrichtern dieser Art auch noch die Pumpeinrichtung wegfallen zu lassen, trotzdem sie infolge ihrer in vielen Jahren erprobten Betriebssicherheit für das erwähnte Leistungsgebiet mit Vorteil angewendet werden kann. Für die Arbeiten an pumpenlosen Eisengefässen liegen ausgedehnte Teilerfahrungen aus den Gebieten von Eisen- und Glasstromrichtern mit Quecksilberkathode, von Glühkathodenröhren mit Gas- und Dampffüllung und Hochvakuumröhren für Verstärker- und Sendezwecke vor, die eine gute Grundlage abgeben für das neuartige, reine Werkstoffproblem, das, seiner Art entsprechend, allerdings eine gewisse Dauer bis zur endgültigen, betriebssicheren Lösung und Bewährung beansprucht.

Diskussionsbeitrag

von Herrn Dr. *M. Wellauer*, Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon.

Es wurde bereits die Frage der wirtschaftlichen Ausnutzung von Mutatoreinheiten aufgeworfen. Stellt man ab auf die im praktischen Betrieb erreichten Resultate, so macht man die Feststellung, dass der 6-Anoden-Mutator nur bis ca. 1200 A belastet wird, während anderseits beim 12-Anoden-Mutator bis zu 5000 A Belastung gegangen wird, d. h. beim 6-Anoden-Mutator bis 1200 A pro 6 Anoden, beim 12-Anoden-Mutator bis 2500 A pro 6 Anoden. Die Gestehungskosten eines Mutators werden nun durch dessen Durchmesser und vor allem durch die Zahl der Anoden bestimmt. Die Höhe des Mutators trägt relativ wenig zu dessen Kosten bei. Vergleichende Berechnungen ergeben, dass der Uebergang von 6 zu 12 Anoden mit einer 30- bis 40prozentigen Kostenerhöhung verbunden ist. Man hat daher ein Interesse, die Leistung, bzw. die Strombelastung des 6-Anodentyps möglichst heraufzusetzen. Wie ich bereits erwähnt habe, ist dies im allgemeinen bisher nicht gelungen.

Um die wirtschaftlichen und auch betriebstechnischen Vorteile der 6-Anoden-Mutatoren weitgehend auszunutzen, wendet die Maschinenfabrik Oerlikon bei diesen Typen eine Dampfführung an, die ich bereits vor einigen Jahren in einem Vortrag beschrieben habe [1]). Diese Dampfführung besteht darin, dass der Hg-Dampf durch einen Dampfführungsschirm, der sich zwischen der Kathode und dem Anodenraum befindet, seitlich abgelenkt und an den untern Kesselteilen kondensiert wird. Bei grösserem Strom, über 1400 A, wird die Kondensation durch eine Kühlschlange, die sich unterhalb des Dampfführungsschirmes befindet, verstärkt. Diese Konstruktion gestattet, den Anodenteilkreis so klein zu halten, dass bei geringem Kesseldurchmesser und 6 Anoden relativ sehr grosse Leistungen bewältigt werden können. Unsere Dampfführung hat im praktischen Betrieb, speziell auch bei hohen Spannungen, sehr gute Resultate ergeben und hat uns erlaubt, 6-Anoden-Mutatoren mit einem Total-

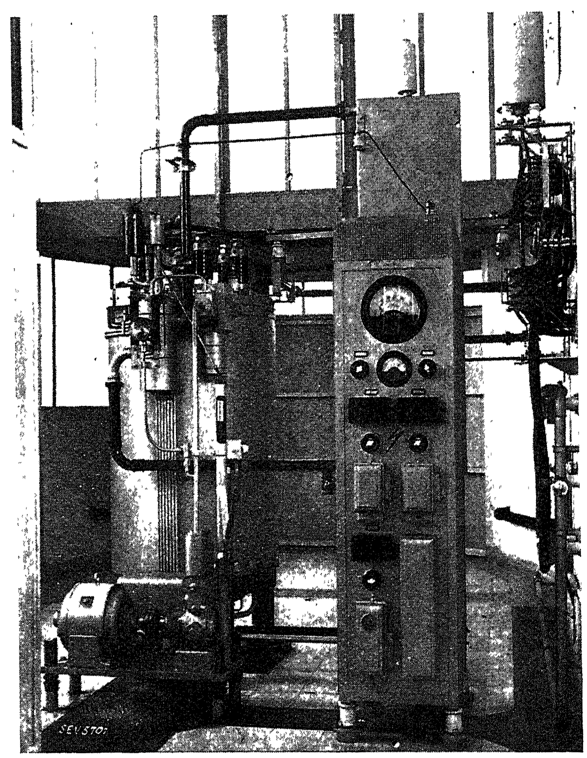


Fig. 1.
6-Anoden-Mutator (Oerlikon) der Holländischen Staatsbahnen für 1200 kW dauernd, 1800 kW während 2 Std., 6000 kW während 1 Min., bei 1500 V.

[1]) Bull. SEV 1932, S. 85.

durchmesser von 1000 mm für Ströme bis 2400 A bei 600 V zu bauen. Ein Mutator dieser Konstruktion befindet sich bei den holländischen Staatsbahnen seit über einem Jahr in anstandslosem Betrieb. Seine Nennlast bei 1500 V ist 800 A dauernd, 1200 A während 2 Stunden, 3200 A während 40 Sekunden und 4000 A während einer Sekunde. Trotz dieser sehr hohen Belastung bietet diese Konstruktion noch eine hohe Sicherheit, denn im Versuchslokal wurde dieser Typ bei 1500 V folgendermassen belastet: 2200 A dauernd und 4000 A während 5 Minuten, anschliessend an 2200 A in Abständen von 10 Minuten, Betriebstemperatur 30 bis 40° C.

Für Mutatoren über 2400 A dauernd müsste wegen des Lichtbogenabfalles der Anodendurchmesser so gross gemacht werden, dass es vorteilhafter ist, 12 Anoden anzuwenden. Dabei kommen wir zu Dauerströmen von 4800 A. Oberhalb dieses Stromes kommt der 18-Anodentyp zur Anwendung. Sämtliche Gleichrichter derselben spezifischen Belastung erhalten die gleichen Konstruktionselemente. Der Kathodendurchmesser bleibt bis 4800 A gleich und wird erst beim 18-Anoden-Typ vergrössert. Diese Uebersicht der MFO-Typen zeigt, dass sich heute die Konstruktion der Grossmutatoren gesetzmässig aufbaut. Die Zahl der Typen ist im Verhältnis zu andern Maschinen klein und der äussere und innere Aufbau äusserst einfach.

Fig. 1 zeigt einen 6-Anoden-Mutator in der Anlage Schiedam der holländischen Staatsbahnen.

Referat

von

Herrn *H. Loosli*, Signum A.-G., Wallisellen,

über

Resonanzzündung.

Es wird eine neue Zündungsvorrichtung für Quecksilberdampf-Mutatoren beschrieben, die, ohne Relais arbeitend, sehr rasch und zweckmässig wirkt. Der Zündkreis ist als Schwingungskreis ausgebildet, der mit der Frequenz des Wechselstroms in Resonanz ist, so dass er eine relativ grosse Energie aufzuspeichern vermag, die beim Zündvorgang frei wird und zur Verdampfung von so viel Quecksilber genügt, dass die Zündung auch bei tiefen Raumtemperaturen sofort erfolgt.

L'auteur décrit un nouveau dispositif d'allumage pour mutateurs à vapeur de mercure, dispositif qui agit rapidement et correctement sans l'aide de relais. Le circuit d'allumage est un circuit oscillant en résonnance avec la fréquence du courant alternatif, de sorte qu'il est susceptible d'accumuler une quantité relativement élevée d'énergie qui, libérée au moment de l'allumage, suffit pour évaporer une quantité de mercure telle que l'allumage se produit instantanément, même aux basses températures.

Im Rahmen des heutigen Diskussionsvortrages möchte ich kurz über eine neue Zündung von Quecksilbermutatoren mit flüssiger Kathode berichten. Bekanntlich benötigt der Quecksilbermutator mit flüssiger Kathode zur Einleitung des Gleichrichtervorganges eine sogenannte Zündung. Diese wird im allgemeinen dadurch erzeugt, dass man nach Einschaltung des Stromes die Quecksilberkathode für einen Augenblick mit einer Hilfsanode, welche Zünder genannt werden soll, zur Berührung bringt. Um diese Berührung herbeizuführen, wurde bei den ersten Mutatoranlagen der Kolben gekippt. Als jedoch die Kolben im Laufe der Zeit grössere Dimensionen annahmen, wurde die Kippzündung eine Gefahr für den Glaskolben.

An deren Stelle kam die sog. statische Zündung. Dieser Name ist im Grund genommen nicht ganz richtig, denn beim Zündvorgang tritt immer in irgendeiner Weise eine Bewegung ein. Der Name soll lediglich sagen, dass der Kolben beim Zünden seine Lage nicht ändert. Es würde zu weit führen, alle die verschiedenen Vorschläge für statische Zündungen einzeln aufzuführen. Ich will nur auf einige typische Vertreter verweisen und erwähne die Spritzzündung, dann die thermische, bzw. elektromagnetische Zündung, bei welcher der Zünder bewegt wird, und die Kontraktionszündung, auch Pintschzündung genannt. Alle diese Zündarten erfordern eine mehr oder weniger komplizierte elektrische Steuerung durch Relais.

Eine zuverlässig wirkende Zündmethode soll folgende Bedingungen erfüllen:

1. Vollständige Betriebssicherheit.
2. Im Moment der Zündung muss eine genügend grosse elektrische Leistung zur Verfügung stehen, damit auch bei niedriger Raumtemperatur der Mutator in möglichst kurzer Zeit zündet.
3. Sichere Verhütung des Eintrittes der Hochleistung in den Erregerkreis bei einer falschen Zündung, was besonders bei Mutatoren mit hoher Spannung und Leistung wichtig ist.
4. Einfache und selbsttätig wirkende Schaltung unter möglichster Umgehung von Relais.

Fig. 1 zeigt die Schaltung einer thermischen Zündung, die bis vor kurzem von der Signum A.-G. verwendet wurde. Es sind nur die Erregeranoden (EA) eingezeichnet und der Zünder (ZA). Ein Transformator von 2×50 V liefert den Strom für die Erregeranoden. Der Zünder wird bewegt durch den Heizdraht H, indem bei eingeschaltetem Transformator von der 30 V-Wicklung ein Strom durch den Draht fliesst und diesen erwärmt, wodurch sich der Draht ausdehnt und der Zünder sich senkt bis zur Berührung mit der Quecksilberkathode. In diesem Moment fliesst ein Strom von der Sekundärwicklung über den Zünder zum Quecksilber durch die Kathodendrosselspule D, die beiden Relais 1 und 2, welche verschiedene Ampèrewindungszahlen haben, zum Mittelpunkt des Transformators. Das Relais 1 mit der höheren Ampèrewindungszahl zieht seinen Anker an, der Stromkreis für den Heizdraht wird unterbrochen. Dieser kühlt sich nun ab und der Zünder wird hochgezogen. Beim Verlassen des Quecksilbers entsteht dann der bekannte Zündfunken und der Erregerlichtbogen über die beiden Erregerelektroden EA setzt ein. Da dieser Strom wesentlich grösser ist als der vorhergehende, zieht auch das Relais 2 an

und der Zünder ist jetzt vollständig abgeschaltet. Diese Zündung hat, auch wenn sie etwas kompliziert ist, stets sicher und zuverlässig gearbeitet. Die Betriebssicherheit hing ausschliesslich von dem zuverlässigen Arbeiten der Relais ab. Ihr einziger Nachteil bestand darin, dass die Zündung etwas langsam arbeitete.

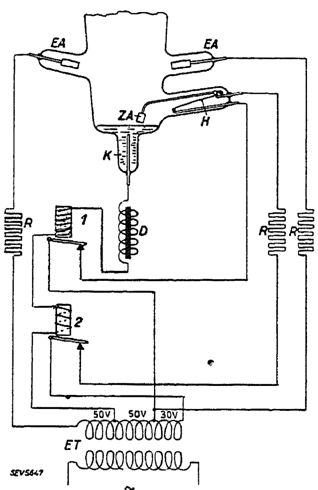


Fig. 1.
Thermische Zündung.

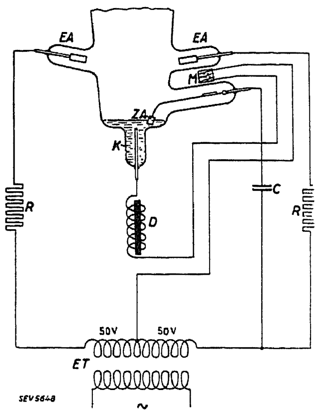


Fig. 2.
Resonanzzündung.

Um diesen Nachteil zu beheben, wurde eine andere neuartige Zündmethode entwickelt, welche als Resonanzzündung bezeichnet wird. Fig. 2 zeigt die Schaltung. Es werden dabei keine Relais mehr verwendet. Der Zünder ZA wird magnetisch durch die Spule M bewegt. In die Verbindungsleitung vom Erregertransformator nach dem Zünder ZA ist ein Kondensator *C* eingeschaltet. Im übrigen ist die Schaltung ähnlich wie bei jedem Erregerkreis. Im stromlosen Zustand berührt der Zünder die Quecksilberkathode K. Schaltet man nun den Strom ein, dann fliesst ein Wechselstrom vom Erregertransformator über den Kondensator *C* zum Zünder ZA, von da durch das Quecksilber K zur Kathodendrosselspule D und über die Magnetspule M, welche sich ausserhalb des Mutators, jedoch in der Nähe des Zünders befindet, zum Mittelpunkt des Erregertransformators zurück. Durch das in der Magnetspule M entstehende Magnetfeld wird der Zünder hochgezogen und dadurch der Zündstromkreis unterbrochen. Der hierbei entstehende heisse Funken leitet den Erregerlichtbogen ein. Der Strom fliesst jetzt abwechslungsweise als pulsierender Gleichstrom über die beiden Erregeranoden EA zum Quecksilber K, durch die Drosselspule D und über die Magnetspule M zum Mittelpunkt des Transformators. Der Zünder bleibt demnach hochgezogen. Eine spezielle Abschaltung für denselben ist nicht mehr nötig, da der Kondensator *C* den Gleichstrom sperrt. Aber auch ein Wechselstrom kann nicht mehr fliessen, da von der Zündanode der Strom nur noch in einer Richtung durch den Mutator fliessen kann. Zweckmässig wählt man die Selbstinduktion der Kathodendrosselspule D und die Kapazität des Kondensators *C* so, dass diese mit der Betriebsfrequenz annähernd in Resonanz sind. Die Spannung, welche hierbei am Kondensator auftritt, hat einen Scheitelwert von ca. 480 V und der Strom in der Drosselspule einen solchen von rund 16 A. Durch die Anwendung der Resonanz lassen sich mit Leichtigkeit ziemlich grosse elektrische Energien im Zündkreis aufspeichern. Der Unterbrechungsfunke ist demnach sehr heiss, bzw. es wird durch ihn viel Quecksilber verdampft und ionisiert, wodurch auch bei niederen Raumtemperaturen eine sofortige Zündung erfolgt.

Ein weiterer sehr wichtiger Vorteil dieser Zündmethode ist noch darin zu erblicken, dass bei einer falschen Zündung, d. h. wenn der Zünder beim Verlassen des Quecksilbers zur Kathode wird, die Nutzleistung nicht durch den schwachdimensionierten Erregerkreis fliessen kann. Der Kondensator *C* wirkt hierbei wie ein schnellwirkendes Relais. Er schützt den Erregerkreis gegen das Eindringen von Nutzleistung. In einem solchen Falle erlischt natürlich sofort der Lichtbogen, der Zünder fällt herunter und der Zündvorgang spielt sich von neuem ab.

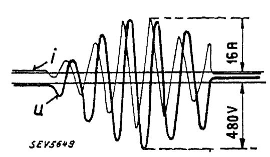


Fig. 3.
Strom und Spannung im Zündkreis während der Zündung.

Fig. 3 stellt den Verlauf von Strom und Spannung im Zündkreis während der Zündung dar.

Communication

de Monsieur *E. Roth*, Ingénieur en chef de la Société Alsthom, Belfort,

sur

la commande dissymétrique de l'allumage des anodes de mutateurs à vapeur de mercure.

Es wird das Prinzip eines Gittersteuerungssystems beschrieben, das erlaubt, den bei kleinen gleichgerichteten Spannungen geringen Leistungsfaktor wesentlich zu verbessern und das den gleichgerichteten Strom bei allen Belastungen gleichmässig auf alle Anoden verteilt.

L'auteur décrit le principe d'un système de commande par grilles qui permet d'améliorer sensiblement le facteur de puissance, faible lorsque les tensions redressées sont peu élevées, et de répartir uniformément le courant redressé sur toutes les anodes, à n'importe quelle charge.

Le plus grave inconvénient des mutateurs à vapeur de mercure contrôlés par grilles d'anodes est leur mauvais facteur de puissance pour les faibles valeurs de la tension redressée. Les constructeurs se sont efforcés d'y remédier, et divers procédés ont été proposés dans ce but.

Messieurs *Augier* et *Laurent*, de la Société «Als. Thom», à Belfort, ont imaginé un système de commande par grilles de l'allumage des anodes qui, lorsqu'il sera au point, permettra un gain important sur la puissance réactive consommée aux faibles valeurs de la tension redressée, et présentera l'avantage particulier de ne demander aucun sacrifice quant à l'utilisation des anodes du mutateur: à tous les régimes, le courant redressé se répartit également entre toutes les anodes. Nous appelons ce système «commande dissymétrique» de l'allumage des anodes. Il est basé sur les considérations suivantes:

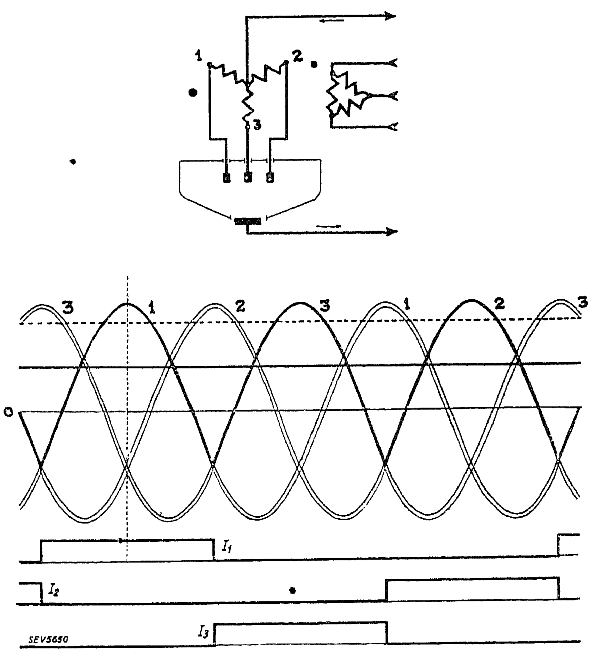


Fig. 1.
Fonctionnement à demi-tension d'un mutateur triphasé simple à commande dissymétrique.

Le mode de réglage de tension par grilles préconisé par *Toulon*, dans lequel on retarde de la même quantité les instants d'allumage de toutes les anodes, n'est que le moyen le plus symétrique d'agir sur la valeur de la tension redressée. D'autres modes d'action moins symétriques peuvent être imaginés, et il se trouve que certains d'entre eux possèdent des propriétés des plus intéressantes.

Considérons par exemple un mutateur à trois anodes alimenté par une étoile triphasée, et supposons que l'on retarde seulement l'allumage des anodes alternées. Plaçons-nous tout de suite dans le cas extrême où un allumage sur deux a été tellement retardé qu'il ne se produit plus.

La figure 1 montre l'allure que prennent la tension redressée et les débits des diverses anodes. On voit qu'une anode particulière telle que 1 ne débite plus qu'une fois toutes les deux périodes, mais qu'elle débite alors pendant 240°, soit un temps double de la durée normale de débit d'une anode

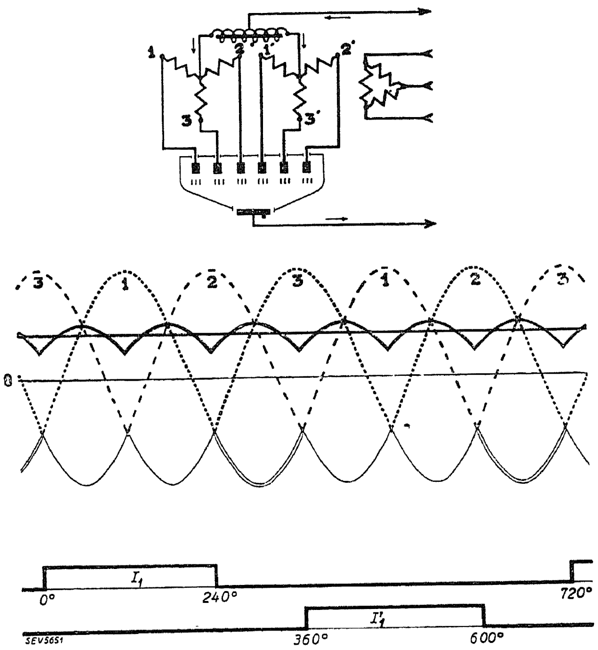


Fig. 2.
Fonctionnement à demi-tension d'un mutateur triphasé double étoile à commande dissymétrique.

dans un redresseur triphasé ordinaire. Son courant moyen n'est donc pas modifié. La valeur moyenne de la tension redressée est la moitié de la valeur maximum qu'elle aurait si le mutateur débitait naturellement sans aucun retard à l'allumage.

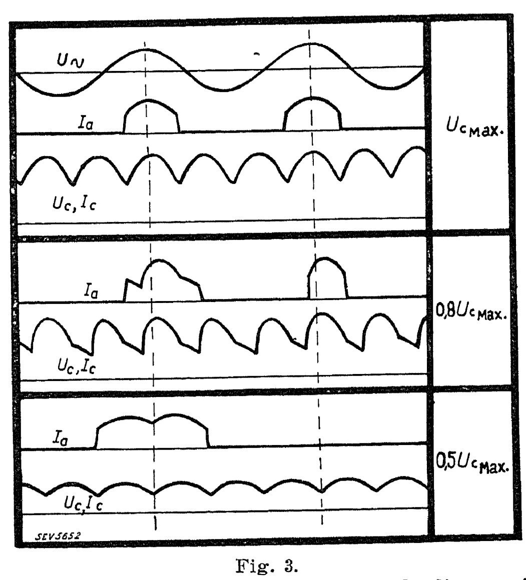


Fig. 3.
Mutateur triphasé double étoile à commande dissymmétrique débitant sur résistance pure: allure de la tension redressée et du courant d'anode pour divers réglages de tension.

Le point intéressant à noter, c'est que l'axe de l'onde de courant dans une phase 1 est en phase avec l'onde de tension de la même phase. En conséquence, le facteur de puissance est égal à l'unité, à

l'influence des harmoniques près, comme à pleine tension, tandis qu'il serait égal à 0,5 dans le cas de la commande symétrique des anodes.

On voit que l'onde de tension redressée est très ondulée. Mais il est facile d'y remédier.

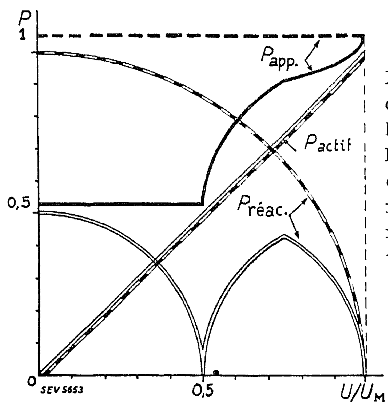


Fig. 4.
Mutateur à commande dissymétrique: allure de la puissance active, de la puissance réactive et de la puissance apparente, pour un courant redressé donné, en fonction de la tension redressée.
En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

La figure 2 montre que la combinaison de deux mutateurs triphasés à commande dissymétrique, réunis par une bobine de couplage des neutres, donne à ½ tension une onde de tension redressée résultante qui a la même allure qu'à pleine tension, à cela près que les amplitudes, et celles des harmoniques en particulier, sont réduites de moitié. Donc on gagne sur les harmoniques en même temps que sur le facteur de puissance.

Les courbes de la figure 3 ont été calquées sur des oscillogrammes pris sur un mutateur à double étoile triphasée débitant sur résistance pure. On y voit une tension de phase, le courant dans une des deux anodes de cette phase, et la tension redressée, soit à pleine tension, soit à demi-tension, soit à une tension intermédiaire où l'allumage des anodes alternées est retardé, mais non complètement empêché: chaque anode débite alors à toutes les périodes, mais pendant des durées inégales.

Les courbes de la figure 4 donnent, pour un courant redressé constant et en fonction des valeurs de la tension redressée, la puissance active, la puissance réactive et la puissance apparente, en traits pleins dans le cas de la commande dissymétrique, en pointillé dans le cas de la commande symétrique. On voit que la puissance apparente, ou encore le courant primaire, diminuent, pour un courant donné, au lieu de rester constants, quand on réduit la tension redressée.

Les caractéristiques ainsi obtenues sont les mêmes que si l'on disposait d'anodes supplémentaires connectées à des prises à demi-tension du transformateur, mais on a l'avantage de conserver, à tous les régimes, une excellente utilisation des anodes.

La figure 5 donne, en traits pleins pour la commande dissymétrique, en pointillé pour la commande symétrique, à la partie supérieure l'ondulation double de la tension redressée, et à la partie inférieure la valeur efficace résultante de tous les harmoniques du courant primaire. On constate que les harmoniques du courant primaire sont fortement réduits pour les réglages de tension inférieurs à 20 % ou supérieurs à 50 %.

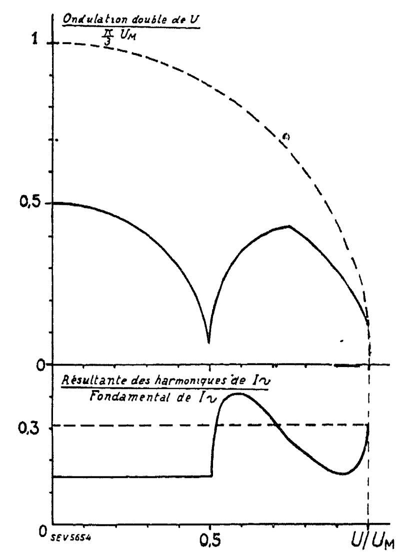


Fig. 5.
Mutateur à commande dissymétrique: ondulation double de la tension redressée et valeur efficace résultante des harmoniques du courant primaire, en fonction de la tension redressée.
En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

Weitere Diskussionsbeiträge.

Herr **W. Howald**, Direktor des Elektrizitätswerkes Winterthur: Das Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur sah sich vor 1½ Jahren genötigt, zur Verbilligung seines Stadtumformerbetriebes und als Tramreserve eine neue Gruppe aufzustellen. Die wahlweise Abgabe von zwei verschiedenen Gleichspannungen konnte nur durch einen Mutator mit umschaltbarem Transformator ermöglicht werden. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wurde die Beschaffung einer Glas-Mutator-Anlage eingehend erwogen, besonders auch, weil dadurch Vakuumpumpe und Wasserkühlung weggefallen wären.

Das genaue Studium, speziell auch der Raumverhältnisse, führte dann doch zur Aufstellung eines Eisen-Mutators von 500 kW mit 100 % Ueberlastbarkeit während zwei Minuten. Dieser wurde mit geschlossener Rückkühlung für Zylinder und Vakuumpumpe ausgeführt, welche zeitweilig durch einen Ventilator beblasen wird. Was die Gittersteuerung zur Spannungsregulierung anbelangt, so wurde darauf verzichtet, weil sie sich im Preise ungefähr wie ein Stufenschalter mit automatischem Antrieb stellte. Für unsere Verhältnisse genügte der billigere Stufenschalter mit Handantrieb.

Bei der Inbetriebsetzung machte sich die Welligkeit bei den angeschlossenen Rundspruchhörern unangenehm bemerkbar. Es musste daher eine Glättungseinrichtung eingebaut werden, welche auf die Frequenz von 300, 600, 900 und 1200 Per./s abgestimmt ist. Der Verlust der Glättungseinrichtung beträgt ca. 0,3 % bei Vollast, die Kosten stellten sich auf ca. 8 % derjenigen des Mutators inkl. Transformator.

Ueber die Gesamtwirtschaftlichkeit wird noch die Angabe interessieren, dass die Jahresverluste von 28 % bei Umformerbetrieb auf 24 % herabgedrückt wurden, obschon der Mutator nur während der letzten 70 Tage des betreffenden Jahres im Betriebe stand.

Herr **E. Baumann**, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern: Angesichts der vorgerückten Stunde erlaubte ich mir das Wort nur deswegen zu verlangen, weil von Herrn Professor Kuhlmann die Praktiker aufgerufen worden sind, um sich über die Wirkungsgradverhältnisse der Mutatoren im Vergleich zu den rotierenden Umformern auszusprechen und weil die Pumpenfrage im Betrieb von Mutatoranlagen in der Diskussion eine so grosse Rolle gespielt hat. (Wie

eingangs erwähnt, ist die Diskussion hier nur unvollständig wiedergegeben. Red.)

Der Sprechende vertritt ein Werk, das sich bereits vor 18 Jahren zur Einrichtung einer Gross-Mutatorengruppe für die Strassenbahn-Umformerstation entschlossen hat. Diese Gruppe bewährte sich so gut, dass sukzessive bis zum Jahr 1930 sämtliche Umformergruppen der genannten Station durch Mutatoren ersetzt worden sind. Die Gesamtleistung der Mutatoranlage beträgt zur Zeit 2700 kW. Die Mutatoren haben sich im Betrieb in jeder Beziehung gut bewährt. Insbesondere kann ich feststellen, dass die mit den Mutatoren verbundenen Pumpen nie zu Anständen oder Schwierigkeiten im Betrieb Veranlassung gegeben haben.

Wir rechnen heute mit einem Jahreswirkungsgrad der Mutatoranlage von 93 bis 94 %, während die Anlage mit rotierenden Umformern seinerzeit einen Jahreswirkungsgrad von 81 bis 82 % aufwies. In beiden Fällen handelt es sich um Werte ohne Akkumulatoren-Batterie. Der Einbezug einer Batterie reduziert den Wirkungsgrad. Beim Betrieb mit Mutatoren konnte auf die Verwendung der Batterie verzichtet werden; sie wurde daher entfernt.

Monsieur **G. Devillez**, Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, donne, au courant de l'assemblée, les renseignements suivants:

1° A la suite de l'exposé de M. Dällenbach: L'incapacité des redresseurs de supporter des surcharges à l'état froid est bien connue et des indications à ce sujet peuvent être obtenues en mesurant (avec circuit courant continu ouvert), au moyen d'un oscillographe à rayons cathodiques, le faible courant passant dans le sens anode-cathode et notamment sa variation avec la température.

2° A des questions du Professeur Kuhlmann, relatives au prix des dispositifs d'égalisation de courant continu et aux pertes: Sur les redresseurs de 3000 V, 500 A, courant continu (surcharge de 1500 A pendant 5 minutes) de la ligne électrique Bruxelles-Anvers, des filtres ont été installés pour supprimer les perturbations téléphoniques. Leur prix ne dépasse pas 10 % du prix des groupes transformateurs-redresseurs correspondants et les résultats prévus ont été obtenus (réduction de l'ondulation dans le rapport de 1/20 environ). — Les pertes totales du filtre, qui comprend une réactance en série dans le circuit principal et 4 circuits dérivés accordés sur les fréquences 300, 600, 900 et 1200, sont de 2,5 % de celles du groupe transformateur-redresseur.

Der **Vorsitzende**, Herr Professor *E. Dünner*, spricht im Namen der elektrotechnischen Abteilung der ETH allen Herren Referenten und Diskussionsrednern für die Mitwirkung den besten Dank aus.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

L'influence des chutes de tension dans les réseaux de distribution à basse tension sur la consommation en énergie d'éclairage.

621.311.152 : 621.32

La création incessante et l'emploi chaque jour croissant d'appareils domestiques utilisant l'énergie électrique à toute heure, mais particulièrement aux heures de pointe, ont pour conséquence de provoquer sur les réseaux de distribution à basse tension de très fortes chutes de tension.

Celles-ci sont extrêmement gênantes pour certains appareils et l'usager est très sensible aux variations de l'éclairement qu'il sait dues à l'irrégularité de la tension.

Une solution très simple et encore fort répandue consiste à augmenter simplement la tension au départ, de telle sorte que la tension moyenne aux heures de pointe soit à peu près normale. Cependant, cette opération n'est pas sans conséquences. Les abonnés les plus rapprochés du transformateur profitent d'abord d'une amélioration de l'éclairage, mais

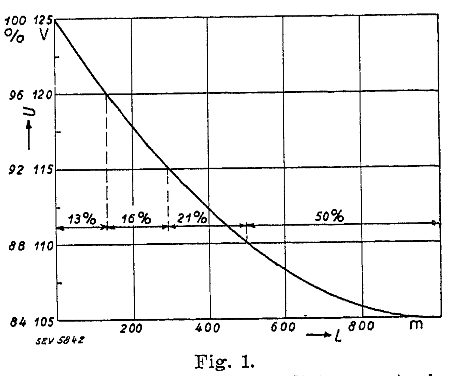


Fig. 1.
Chute de tension en fonction de la distance, et répartition des lampes suivant la tension.

comme la tension effective est supérieure à la tension nominale des lampes, celles-ci claquent au bout de peu de temps. Pour y remédier, l'installateur de l'endroit ne vend plus que des lampes pour la tension effective la plus élevée, au détriment des abonnés les plus éloignés du transformateur, dont les lampes sont alors sous-voltées de 10 à 15 % ou davantage suivant le cas.

Prenons par exemple un réseau simple, de 1000 m de longueur, dont la tension varie de 125 V au départ à 105 V au bout de la ligne. Supposons les charges non-inductives réparties uniformément le long de la ligne; quelles vont être les conditions de fonctionnement des lampes de 125 V? La courbe représentant la chute de tension y en fonction de la distance x au transformateur est une parabole dont l'équation est: $y = \frac{\varrho}{q} \cdot I \left(x - \frac{x^2}{2L} \right)$, où ϱ est la résistivité du fil conducteur, q la section d'un conducteur, I l'intensité du courant au départ et L la longueur de la ligne.

Les lampes vont donc être alimentées sous une tension rapidement décroissante, dans les proportions approximatives relevées sur la fig. 1, soit

13 %	avec	une	tension	moyenne	de	98 %
16 %	»	»	»	»	»	94 %
21 %	»	»	»	»	»	90 %
50 %	»	»	»	»	»	86 %

Il en résultera un éclairage insuffisant. Mais cet inconvénient ne sera pas le seul; les lampes, en effet, n'absorberont qu'une partie de leur puissance nominale suivant une proportion déterminée expérimentalement;

13 % de lampes absorberont en moyenne 98 % de la puissance nominale,

16 % de lampes absorberont en moyenne 91 % de la puissance nominale,

21 % de lampes absorberont en moyenne 86 % de la puissance nominale,

50 % de lampes absorberont en moyenne 80 % de la puissance nominale.

La consommation moyenne de l'ensemble des lampes ne sera que 85 % environ de l'énergie qu'elles devraient absorber normalement.

On peut affirmer que, sans tenir compte du développement certain de l'emploi de l'énergie électrique provoqué par la satisfaction de l'abonné, une bonne régulation de la tension assurera au moins 15 % d'augmentation de la vente en énergie d'éclairage, ce qui équivaut à une augmentation appréciable des recettes du distributeur. Le gain important résultant de la régulation de la tension justifie l'installation d'appareils régulateurs qui sont ainsi rapidement amortis. — (E. Lapière, Electricien, No. 1646 du 15 octobre 1936, p. 461.)
Mo.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Mesures de tensions perturbatrices effectuées sur les petits moteurs et appareils électriques du village de Cartigny (Genève).

Par *W. Gerber*, Berne, et *M. Roesgen*, Genève.

621.396.823.0014

Quelque temps après les mesures et les enregistrements des tensions perturbatrices du réseau de distribution à courant alternatif du réseau de Cartigny, en juin 1935 [1]), toutes les installations électriques de ce village furent revisées et remises en état par le Service de l'électricité de Genève. En même temps, la Société des Amis de Radio Genève, en collaboration avec le Service de l'électricité, munit des dispositifs de protection usuels tous les petits moteurs et appareils perturbateurs.

Le tableau suivant montre les tensions résiduelles qui subsistent encore aux bornes du réseau, en service normal. Les tensions perturbatrices symétriques et asymétriques furent mesurées en décembre 1935 par l'Office téléphonique de Genève, au moyen du nouveau coffre de mesure Siemens [2]), pour les fréquences normales de 200, 700 et 1200 kHz.

Tensions perturbatrices résiduelles en µV sur les appareils «déparasités».

Tableau I.

Appareil	Fréquence		
	200 kHz µV	700 kHz µV	1200 kHz µV
1. *Aspirateur A.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	220	< 28	< 19
asymétrique	1300	300	250
2. *Aspirateur B.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	120	< 28	< 19
asymétrique	1400	500	350
3. *Aspirateur C.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	270	< 28	< 19
asymétrique	2400	275	150
4. *Aspirateur D.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	470	120	90
asymétrique	4000	2000	180
5. *Aspirateur E.* Protection: 1 filtre Kaco (sur cordon)			
symétrique	520	65	125
asymétrique	12 000	2400	1800
6. *Moteur A sur machine à coudre.* Protection: 1 filtre Siemens			
symétrique	120	< 28	< 19
asymétrique	550	470	110
7. *Moteur B sur machine à coudre.* Protection: 1 filtre Kathrein			
symétrique	< 25	< 28	< 19
asymétrique	700	1150	1250
8. *Moteur C sur machine à coudre.* Protection: 1 filtre Kathrein			
symétrique	60	< 28	< 19
asymétrique	2400	1250	280
9. *Moteur D sur machine à coudre.* Protection: 1 filtre Kathrein			
symétrique	< 25	< 28	< 19
asymétrique	100	220	125
10. *Moteur E sur machine à coudre.* Protection: 1 filtre Kathrein			
symétrique	< 25	< 28	< 19
asymétrique	600	1000	1500
11. *Gonfleur.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	280	50	< 19
asymétrique	2200	700	410
12. *Perceuse A.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	440	130	340
asymétrique	350	190	1400
13. *Perceuse B* [1]). Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	400	330	50
asymétrique	45 000	30 000	24 000
14. *Aérogaz.* Protection: condensateurs 0,1 µF + 10 000 cm			
symétrique	>55 000 [2])	>60 000 [2])	650
asymétrique	>55 000 [2])	>60 000 [2])	>42 000 [2])
15. *Appareil de massage.* Protection: filtre Siemens I. S. G. 27			
symétrique	1000	4000	>42 000 [3])
asymétrique	>55 000 [3])	>60 000 [3])	>42 000 [3])
16. *Machine à laver* [4]). Protection: 1 filtre Kaco G. CK.			

[1]) Le collecteur de cet appareil est en mauvais état.

[2]) L'appareil de mesure ne permet pas d'apprécier la tension perturbatrice, qui atteint un niveau trop élevé.

[3]) L'appareil de mesure ne permet pas d'apprécier la tension perturbatrice, qui atteint un niveau trop élevé. Les résultats obtenus doivent être considérés comme approximatifs, les mesures ayant été effectuées à proximité directe de l'appareil perturbateur sans l'emploi d'une cage de Faraday.

[4]) Nous n'avons pas effectué de mesure sur cet appareil, dont le moteur ne produit des perturbations que pendant la période très courte de la phase de démarrage.

Lors du «déparasitage», les enroulements d'excitation des moteurs n'ont pas été rendus symétriques; il en résulte que les tensions perturbatrices asymétriques de certains appareils sont encore considérables et peuvent causer des perturbations intolérables dans la réception radioélectrique. La disposition symétrique de l'enroulement d'excitation a une importance d'autant plus grande que la capacité du condensateur de protection est limitée à 0,01 µF.

[1]) Rapport de MM. Gerber et Roesgen de juin 1935 présenté à la Commission des perturbations radioélectriques de l'ASE et de l'UCS.

[2]) Les valeurs du tableau doivent être multipliées par le facteur 2,5 si l'on veut les comparer avec les indications d'un appareil de mesure du CISPR.

Erste Emission des Fernsehsenders in London am 2. November 1936.

621.397.5(42)

Wie bereits in der letzten Nummer gemeldet wurde, fand am 2. d. Mts. die Einweihung des Londoner Fernsehsenders statt. Einige Gäste hatten Gelegenheit, in den Studios der «His Masters Voice»-Gesellschaft dem Empfang der ersten Emission beizuwohnen.

Da im Alexandra Palace momentan zwei Fernseh-Systeme, das Baird- und das Marconi-Television-System, die beide in der letzten Nummer des Bulletin beschrieben wurden, in einer Art von Dauerwettbewerb ausprobiert und gegeneinander abgewogen werden, so wurde denn auch die halbstündige Darbietung zweimal durchgeführt. Das Los gab der Baird-Television-Co. die erste Emission. Das Programm umfasste drei Eröffnungsansprachen, eine Filmwochenschau, eine Gesangseinlage und eine Variéténummer. Eine Fernseh-Empfangsapparatur von der Grösse einer normalen Radio-Grammophon-Kombination stand auf kleinem Podium in verdunkeltem Raum, der ca. 40 Stühle umfasste. Das Bild war 30,5 auf 23 cm gross und von allen Seiten des Raumes gut sichtbar. Leider stellten sich bei der Baird-Vorführung einige Störungen ein; die Bilder waren nicht so scharf wie bei früheren Versuchsemissionen und die Synchronisierung klappte manchmal nicht, so dass sich das Bild kurzzeitig bis zur Unkenntlichkeit verzerrte. Um so erstaunlicher war die in der zweiten halben Stunde dargebotene Marconi-Vorführung. Derselbe Empfangsapparat war hierbei in Gebrauch und die Bilder waren durchweg äusserst scharf, sehr hell und ganz ohne Flickern. Nur zwei- oder dreimal huschte eine Helligkeit über das Bild, wie wenn, um einen Vergleich aus der Photographie herbeizuholen, Licht von einer Seite auf die «Platte» eingefallen wäre. Doch, wie gesagt, das waren kaum zwei Sekunden innerhalb einer halbstündigen Vorführung.

Fernseh-Sendungen werden jetzt täglich zweimal, und zwar von 3 bis 4 Uhr nachmittags und von 9.30 Uhr bis 10.30 Uhr abends ausgestrahlt. Die Bildsendungen erfolgen auf Welle 6,67 m und die Tonsendungen auf Welle 7,23 m.

Die Baird- und die Marconi-Television-Gesellschaften wechseln wochenweise in den Emissionen ab. Die Empfangsapparaturen — es sind bis heute vier englische Marken erhältlich — sind naturgemäss noch immer sehr teuer. Für rund Fr. 2000.— kann man sich eine gute Apparatur erstehen. Es wird jedoch vermutet, dass mit einer Serieproduktion, die in den nächsten Jahren erwartet wird, der Preis auf Fr. 800.— bis Fr. 1000.— sinken wird. England ist ja noch immer ein reiches Land. Hier im Zusammenhang mag es interessieren, mit welchen Kosten die englischen Fernseh-Gesellschaften ihre heutigen Resultate zu erkämpfen hatten.

Die Baird-Television-Corporation, an welcher die Gaumont British Picture Corporation massgeblich beteiligt ist, verfügt heute über ein Kapital von rund 1 Million £. Das Ausgabenkonto für die Entwicklung der Fernsehapparaturen stand am 1. Juni 1936 auf 449 000 £. Dazu kommen fast 50 000 £ für die Entwicklung von Fernseh-Empfangsapparaten. Die Ausgaben der Marconi Television Ltd. sind nicht bekannt, da diese Gesellschaft zum Marconi-Konzern gehört, der keine öffentliche Rechnung ablegt. *W. O.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Die Zukunft der elektrischen Raumheizung in England.

621.364.3 (42)

Die Möglichkeit, Wohnräume ökonomisch auf elektrischem Wege zu heizen, ist weitgehend von den klimatischen Verhältnissen des Landes, den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung und vom örtlichen Elektrizitätstarif abhängig. Für die Schweiz ist diese Möglichkeit oft diskutiert und deren Realisation oft bestritten worden. Ganz anders liegen die Verhältnisse in England. Um ein gutes Bild über die dortigen Aussichten zu erhalten, soll kurz auf das englische Klima, auf englische Heizmethoden und auf englische Gewohnheiten eingegangen werden.

England hat Seeklima. Die Winter sind verhältnismässig mild, Sommerabende sind oft kühl und grosse Luftfeuchtigkeit mit häufigem Südwestwind lassen uns Schweizer das englische Klima oft als unangenehm empfinden. Der Engländer hingegen ist nicht so empfindlich; er liebt aber behagliche Wärme. So kommt es, dass noch heute in England offene Kohlenfeuer die beliebteste Heizart ist. Der Engländer wäre entschieden unglücklich, wenn er nicht mindestens in einem Raum seines Hauses das fröhliche und zugleich heimelige und zum Träumen veranlassende Holz- oder Kohlenfeuer hätte. In den übrigen Räumen ist fast überall Gasheizung installiert. Auch hier wird grösstenteils die offene Gasflamme den meist ökonomischeren geschlossenen Formen vorgezogen. In letzter Zeit hat auch der elektrische Strahler eine grosse Verbreitung gefunden.

Im Gegensatz zum Kontinent gibt es in England keine sechsmonatige Winterheizperiode. Geheizt wird, ungeachtet der Jahreszeit, dann, wenn es draussen ungemütlich wird. Die Heizung muss dann rasch in Betrieb gesetzt werden können. Es wäre jedoch verfehlt, anzunehmen, dass bei dieser Heizmethode die Zimmer richtig durchwärmt sind. Man gruppiert sich um das Feuer, röstet vorne und friert am Rücken. Die Durchschnittstemperatur ist weit unter dem kontinentalen Niveau. Der Engländer, der im Winter in die Schweizer Hotels kommt, ist zunächst von der Zentralheizung, die Räume auf ca. 20° erwärmt, keineswegs entzückt. Er sperrt erst einmal die Fenster auf und reguliert die Temperatur auf unter 17° C. Er vermisst zwar sein Kohlenfeuer, aber er wird bald gewahr, dass er sich in dem gleichmässig durchwärmten Raum sehr wohl und behaglich fühlt. Ins eigene Land zurückgekehrt, empfindet er dann die englische Heizung als etwas reformbedürftig und probiert alle möglichen und unmöglichen Systeme von elektrischen Heizungen aus.

Die für den modernen Engländer idealste Heizung ist nun die folgende: Im sogenannten «drawing room», dem Aufenthaltsraum der Familie, muss ein offenes Kaminfeuer brennen. Alle anderen Räumlichkeiten sowie Küche, Korridor und Treppenhaus müssen «all electric» sein, d. h. moderne elektrische Heizkörper besitzen, die nicht zu stark heizen, vollautomatisch arbeiten, am besten an Thermostaten. Diese Heizmethode wird nun auch von der Zentralstelle der Elektrizitätslieferanten, der «British Electrical Development Association» aufs kräftigste propagiert. Diese Propagierung ist um so bemerkenswerter, als sie von den Elektrizitätslieferanten selber ausgeht, was beweist, dass die Werke in England gerne Heizenergie abgeben. Schon viele Häuser wurden nach dieser Methode mit einer modernen Heizung versehen und allgemein sind die erzielten Resultate vollauf befriedigend, nicht nur vom wohntechnischen, sondern sogar auch vom ökonomischen Standpunkt aus. Selbstredend bedingt die elektrische Heizung besondere Tarife. Ein Elektrizitätspreis von ¾ penny pro kWh (8 Rp. nach heutigem Kurs [1])) wird als oberste Grenze bezeichnet. Vielerorts ist der Preis aber bereits auf ½ penny pro kWh angesetzt plus eine jährliche Pauschalgebühr, die bei gutem Verbrauch nicht stark ins Gewicht fällt. Anderorts ist der Preis wieder unerschwinglich hoch; ein gemeinsamer Tarif existiert noch nicht. Es werden aber Anstrengungen gemacht, um die Elektrizitätspreise zu senken und zu vereinheitlichen. Diese Anstrengungen basieren auf dem «Electricity Development Scheme», nach welchem momentan in London und auch an andern Orten moderne Grosskraft-Dampfanlagen gebaut werden, die die grosse Masse von kleineren und unökonomisch arbeitenden Elektrizitätswerken ersetzen sollen. Drei Grosskraftwerke an der Themse mit einer projektierten Gesamtleistung von über 1 Million kW sind teilweise ganz, teilweise zur Hälfte fertiggestellt. Ferner werden im sogenannten «Grid-System» [2]) heute alle Werke untereinander verbunden, um Leistungen leicht von einem Ort zum andern verschieben zu können. Diesem Plan zufolge wird allgemein erwartet, dass innert

[1]) 1 £ = Fr. 21.30.
[2]) C. Gauchat, Bull. SEV 1935, Nr. 3, S. 57.

zwei Jahren die Elektrizitätspreise erheblich gesenkt werden können. Vielerorts ist dies schon geschehen, wie hier früher schon berichtet wurde [3]).

In England geht die Entwicklung langsam. Was aber gemacht wird, wird gründlich gemacht und hat dann gewöhnlich auch lange Bestand. Der Engländer ist konservativ. Die jahrelange Propaganda der Elektrizitätswerke wirkt langsam, doch sie wird sich eines schönen Tages bezahlt machen. Der elektrischen Heizung kann eine grosse Zukunft prophezeit werden. Es ist nun Aufgabe der interessierten Firmen, eine elektrische Heizung auf den Markt zu bringen, die ökonomisch arbeitet, dem englischen Geschmack angepasst ist und alle Nachteile der hochtemperaturigen Gasheizung und elektrischen Strahler vermeidet. Hier ist ein dankbares Zukunftsfeld für Schweizer Firmen, die Erfahrung in elektrischer Raumheizung haben. Das englische Baugewerbe hat Hochkonjunktur. Jede vierte Sekunde ersteht ein neues Haus. Der Moment ist somit günstig. Die Einfuhrzölle für Halbfabrikate sind niedrig und einer Montage oder sogar auch Halbfabrikation in England steht nichts im Wege.

Walter Ohr, London.

Zinsermässigung für Elektrifikationsdarlehen der Privatbahnen.

621.331 : 625.2.003

Die Schweizerische Depeschenagentur meldet:

In seiner Sitzung vom 10. November hat der Bundesrat das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement beauftragt, die Vereinbarungen über die Gewährung von *Elektrifikationsdarlehen* an Privatbahnen im Sinne weitgehender Erleichterungen abzuändern.

Gestützt auf das Bundesgesetz vom 2. Oktober 1919 über die Unterstützung von privaten Eisenbahn- und Dampfschiffunternehmungen zum Zwecke der Einführung des elektrischen Betriebes hat der Bund gemeinsam mit den interessierten Kantonen bis jetzt 15 Bahnunternehmungen Elektrifikationsdarlehen gewährt. Die Beteiligung des Bundes allein beträgt rund 27 Millionen Franken. Die Darlehen wurden zu einem festen Prozentsatz, der je nach der Lage des Finanzmarktes im Zeitpunkt der Gewährung des Darlehens von 3½ bis 4½ % variierte, verzinst. Dazu kam eine Amortisation von mindestens 1 %. Verzinsung und Amortisation mussten vorgängig jeder Einlage in den Erneuerungsfonds (diese entsprechen den Anlageabschreibungen bei industriellen Betrieben) geleistet werden. Diese Bestimmung hatte zur Folge, dass zahlreiche Bahnunternehmungen in letzter Zeit, nachdem die Betriebsergebnisse knapp noch zur ganzen oder teilweisen Verzinsung des Elektrifikationsdarlehens ausreichten, diese Einlagen nicht mehr vornehmen konnten. Zudem wurden die Fälligkeiten teilweise auf Rechnung der Kapitalsubstanz erfüllt, und die Bahnunternehmungen gerieten in Geldknappheit.

[3]) W. Ohr, Bull. SEV 1936, Nr. 14, S. 398.

Der weitere Rückgang des Verkehrs und daher der Betriebseinnahmen im Jahre 1936 wird zur Folge haben, dass, mit wenigen Ausnahmen, alle Bahnen, die im Genuss eines Elektrifikationsdarlehens sind, die Darlehensgeber um Stundung ihrer Zins- und Amortisationsverpflichtungen nachsuchen müssen. Der Bundesrat hat daher, unter der Voraussetzung, dass auch die übrigen Darlehensgläubiger Gleiches tun, folgende Erleichterungen beschlossen:

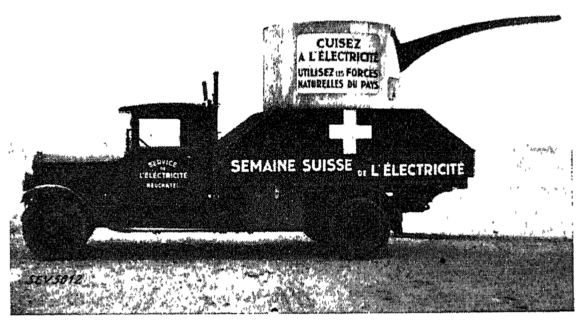
An Stelle des bisher festen Zinsfusses tritt ein solcher, der vom Betriebsergebnis abhängig ist und höchstens 3 % beträgt. Die Amortisation bleibt mindestens 1 %. Die jährliche Fälligkeit wird vom Eidg. Amt für Verkehr anlässlich der Rechnungsgenehmigung festgestellt.

Ferner wird nun den Bahnunternehmungen gegenüber bisher gestattet, vorgängig der Verzinsung und Amortisation der Elektrifikationsdarlehen die Einlagen in den Erneuerungsfonds vorzunehmen. Diese Neuerung hat in erster Linie zum Zweck, die Kapitalsubstanz der Unternehmung zu wahren und eine reibungslose Abwicklung des Geschäftsverkehrs zu ermöglichen. Die dadurch frei werdenden Mittel gestatten den Privatbahnen, den dringendsten Bedürfnissen nachzukommen und auch in schweren Zeiten durchzuhalten.

Die Erleichterungen werden rückwirkend auf den 1. Januar 1936 gewährt.

La Semaine de l'Electricité à Neuchâtel.

Le Service de l'Electricité de Neuchâtel nous a gracieusement envoyé un certain nombre de photographies représentant l'éclairage spécial aménagé durant la Semaine de l'Electricité de cette année, ainsi qu'une photographie représentant une casserole géante qui a été promenée dans le Canton de Neuchâtel pendant cette même semaine. Nous reproduisons ci-dessus cette casserole comme bon exemple de propagande en faveur de la cuisine électrique.



Miscellanea.

Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Prof. Dr. **P. Debye**, Berlin, von 1. 4. 1920 bis 30. 9. 1927 Professor für Physik an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich, der so viele Elektroingenieure in glänzendem Vortrag in die Tiefen der Physik einführte, erhielt die höchste Auszeichnung, die einem Wissenschafter zuteil werden kann, den *Nobelpreis für Chemie 1936*, in Anerkennung seiner Arbeiten über den Aufbau der Moleküle.

Neue Ehrendoktoren ETH. An der Eröffnungsfeier des Studienjahres 1936/37 der Eidg. Techn. Hochschule Zürich, am 20. November 1936, wurden folgende Ehrenpromotionen zum Doktor der Technischen Wissenschaften feierlich verkündet:

Walter G. Noack, Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, in Anerkennung seiner hervorragenden theoretischen und konstruktiven Leistungen in der Entwicklung des Wärmekraftmaschinenbaus, und

Emil Scheitlin, Direktor der Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur, in Anerkennung seiner hervorragenden Leistungen als Konstrukteur und seines vorbildlichen Ingenieurschaffens.

EW und Gaswerk Davos. Mit dem 1. November 1936 trat der bisherige Direktor des Gaswerkes Davos, Herr R. Kägi, aus der Unternehmung aus. Die Direktion des Gaswerkes wurde dem Direktor des Elektrizitätswerkes Davos, Herrn *E. Frei*, übertragen, der nun beide Unternehmungen führt.

W. Schaufelberger. Der Seniorchef der Solis-Apparatefabrik in Zürich, Herr Dr. phil. W. Schaufelberger, feierte am 7. November seinen 70. Geburtstag. Dem Jubilaren ist vor allem die Entwicklung der elektrischen Heizkissen zu verdanken. Herr Dr. Schaufelberger wurde in unseren Kreisen besonders als Fabrikant elektrischer Heizkissen bekannt, zu deren Entwicklung er Wesentliches beigetragen hat.

Kleine Mitteilungen.

Vorträge in der Physikalischen Gesellschaft Zürich. Es sprechen

Donnerstag, den 26. November 1936, 20 Uhr 15, im Hörsaal 6 c des Physikalischen Instituts der ETH, Gloriastr. 35, Herr Dipl.-Ing. *K. Berz*, Wallisellen, über **Automatische Zugbeeinflussung** (wird, da diese Nummer verspätet ist, nur der Vollständigkeit halber angegeben).

Donnerstag, den 10. Dezember 1936, 20 Uhr 15, im grossen Hörsaal des Physikalischen Institutes der *Universität* Zürich, Rämistrasse 69, Herr Prof. Dr. *R. Bär,* Zürich, **Ueber Ultraschallwellen,** mit Experimenten.

Kurs: Einführung in den Pressedienst. Das Betriebswissenschaftliche Institut an der ETH veranstaltet diesen Winter einen Abendkurs über die *Mitarbeit an der Tages- und Fachpresse* für Ingenieure und Techniker. Er findet jeden Freitagabend 19.45 bis 21.30 in der ETH, Hauptgebäude, Auditorium 4 b, statt. Beginn 20. 11. 36, 10 Abende bis 5. 2. 37. Kursgeld Fr. 12.— bzw. Fr. 18.—. Auskunft beim Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH, Zürich.

Vortragsreihe über Erdöl. Das Oesterreichische Petroleum-Institut, Wien I, Eschenbachgasse 9, veranstaltet im Grossen Saal des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Eschenbachgasse 9, Wien I, je 18.30 Uhr, folgende Vorträge:

11. 11. 36: Dr. *H. Stäger,* Zürich: Betriebserfahrungen mit Mineralölen als Schmier- und Isoliermittel sowie als Brennstoffe (wird nur der Vollständigkeit halber angegeben).

15. 12. 36: Dr. *Wa. Ostwald,* Heppenheim: Ueber die Lenkbarkeit der motorischen Verbrennung.

8. 2. 37: Prof. *H. Weiss,* Strasbourg: Mineralöle in der Elektrotechnik.

11. 3. 37: Prof. Dr. *J. Braun,* Heidelberg: Versuche aus dem Gebiet der Reinisolierung von Erdölbestandteilen.

Wiener Museum für elektrische Unfälle. Der bekannte Wiener Universitätsprofessor Dr. Stephan Jellinek hat in 36-jähriger Arbeit nach und nach 4000 Objekte aus dem Gebiete des elektrischen Unfalles gesammelt und unter Betonung der praktischen Gesichtspunkte in einem sehr lehrreichen Museum geordnet.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

Emploi abusif de la marque de qualité de l'ASE.

La firme

Gebr. Vedder G. m. b. H.,
Schalksmühle (Westphalie)
(représ. par **Rud.** Schmidt, fabrique d'articles électr., Stein [Argovie])

a mis en vente des interrupteurs à tirage 1/8 pour *10 A*, 250 V, portant la marque de fabrique (VS) et la marque de qualité de l'ASE.

Le droit à la marque de qualité de l'ASE n'a pas été octroyé à la firme Gebr. Vedder pour cet interrupteur.

Résiliation de contrat.

Selon la publication dans la Feuille Officielle Suisse du commerce, la firme

A. Grossauer, articles électriques,
Bruggen/St-Gall,

a cessé d'exister.

Les contrats conclus avec elle quant au droit à la marque de qualité pour

interrupteurs, prises de courant et boîtes de dérivation

deviennent par conséquent caducs.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Comité de direction de l'ASE et de l'UCS et comité de l'UCS.

Le 30 octobre, ces deux organes se sont réuni pour étudier en premier lieu la question de la participation de l'ASE et de l'UCS à l'Exposition Nationale Suisse en 1939. Ils examinèrent les projets d'organisation qui prévoient un groupe «houille blanche» et un groupe «haute fréquence» et fixèrent ensuite, après quelques modifications aux premières propositions, les délégations aux divers comités. La commission d'administration prendra une décision définitive dès qu'on lui aura soumis un devis exact des frais qui en résultent. — Le comité de l'UCS approuva en outre un rapport de la commission des tarifs sur le chauffage électrique des habitations, résultat de longues études, qui sera distribué sous peu aux membres de l'UCS. Il discuta ensuite un rapport du secrétariat général sur les suites de la dévaluation pour les centrales électriques et prit connaissance d'un rapport de son président sur la IIIe Conférence Mondiale de l'Energie 1936 à Washington.

Comité Technique 2 du CES:

Machines électriques.

Le Comité Technique 2 du CES, «Machines électriques», s'est constitué le 10 novembre 1936. Il se compose des représentants des firmes et institutions suivantes: Brown, Boveri & Cie S. A., Baden, Motor-Columbus S. A., Baden, Forces Motrices du Nord-Est Suisse S. A., Baden, E. Haefely & Cie S. A., Bâle; Forces Motrices Bernoises S. A., Berne, Chemins de Fer Fédéraux, Berne, Ateliers de Sécheron, Genève, Technicum de Winterthour, Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, Ateliers de Construction Oerlikon, Zurich-Oerlikon; plus le secrétaire du CES. M. E. Dünner, professeur au Poly, a été nommé président, MM. F. Streiff et Güder (BBC) secrétaires de ce nouveau Comité Technique. Celui-ci a pris connaissance, dans sa séance constitutive, des publications suivantes de la CEI [1]), adoptées en 1935 à Schéveningue et à Bruxelles:

Fascicule 34 (4e édition) — Règles de la CEI pour les Machines électriques [2]),

Fascicule 52 — Règles pour la mesure des tensions au moyen d'éclateurs à sphères [3]),

Fascicule 53 — Indications à fournir pour les demandes d'offres et les commandes de machines électriques [3]).

Avant la prochaine séance, prévue à la mi-janvier 1937, il faudra examiner jusqu'où et sous quelle forme les Règles suisses devront être adaptées à la 4e édition du fascicule 34. La question des éclateurs à sphères est confiée entièrement au CT 8. En ce qui concerne la Suisse, il n'est pas donné suite au fascicule 53. Une série de questions sont confiées pour étude à diverses sous-commissions et à divers collaborateurs: il s'agit de la détermination des pertes supplémentaires, de la définition de la puissance nominale des transformateurs, de l'épreuve sous tension, de l'échauffement des transformateurs.

[1]) En vente au Bureau Central de l'«International Electrotechnical Commission», 28, Victoria Street, Westminster. Londres S. W. 1.

[2]) Prix: 4 shillings.

[3]) Prix: 2 shillings.

Commission des normes de l'ASE et de l'UCS: cent séances à son actif!

Les 20 et 21 octobre passés, la commission des normes de l'ASE et de l'UCS se réunissait pour la centième fois. Pour célébrer l'événement elle se rendit à Morat, la charmante cité moyennageuse connue au loin. Cette centième séance nous fournit l'occasion de jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'activité de cette commission.

La décision de former une commission permanente des normes de l'ASE et de l'UCS a été prise le 15 décembre 1922 par le comité de l'ASE et le 26 janvier 1923 par celui de l'UCS. Les premiers membres de la commission ont été nommés le 1er avril 1923 par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS. La commission des normes se réunit pour la première fois le 9 octobre 1923. Par la suite, la commission s'adjoignit à titre de collaborateurs permanents, pour aborder les différents domaines spéciaux, des fabricants, des installateurs et des distributeurs d'électricité. Outre ces collaborateurs permanents, la commission fait appel dans chaque cas particulier à des spécialistes, aux suggestions précieuses desquels les travaux de la commission doivent de répondre aux exigences pratiques, tant des applications que de la fabrication. Le tableau ci-dessous donne un aperçu des séances tenues avec et sans collaborateurs.

Année	Séances		Total
	sans collaborateurs	avec collaborateurs	
1923	1	1	2
1924	3	2	5
1925	4	6	10
1926	3	3	6
1927	4	3	7
1928	3	6	9
1929	4	6	10
1930	4	5	9
1931	3	6	9
1932	4	4	8
1933	4	3	7
1934	2	7	9
1935	—	6	6
1936 (jusqu'au 21 X 36)	—	3	3
total	39	61	100

Au cours de ces cent séances, la commission a mené à chef les travaux suivants, par ordre chronologique:

1. 1925: Normes pour huiles isolantes (1. VII. 25) [1].
2. 1925: Principes servant de base à l'élaboration de normes et d'une marque de qualité pour appareils électriques et conducteurs isolés destinés aux installations intérieures.
3. 1925: Contrat pour l'octroi du droit à la marque de qualité de l'ASE.
4. 1926: Normes pour transformateurs de faible puissance jusqu'à 500 VA (1. VI. 26).
5. 1926: Normes pour conducteurs isolés (1. VII. 26).
6. 1928: Couleur des isolateurs utilisés en plein air.
7. 1928: Normes pour prises de courant (1. I. 30).
8. 1928: Normes pour interrupteurs (1. I. 30).
9. 1929: Normes pour prises de courant d'appareils thermiques (1. I. 30).
10. 1929: Normes pour interrupteurs exposés à la chaleur (1. I. 30).
11. 1929: Normes pour coupe-circuit (1. I. 30).
12. 1930: Organisation des travaux pour l'amélioration des installations électriques intérieures.
13. 1931: Normes pour boîtes de dérivation (1. I. 32).
14. 1931: Revision et extension des normes pour conducteurs isolés (1. I. 32).
15. 1932: Dispositions complémentaires aux normes pour boîtes de dérivation, au sujet des pièces porte-bornes (1. I. 33).
16. 1932: Dispositions complémentaires pour prises de courant pour tensions peu élevées (1. I. 33).
17. 1934: Revision et extension des normes pour transformateurs de faible puissance; normes pour transformateurs jusqu'à 3000 VA et 100 000 V (1. I. 35).
18. 1934: Revision du contrat pour l'octroi du droit à la marque de qualité de l'ASE.
19. 1935: Teintes des fils isolés de conducteurs multiples (1. VII. 35).
20. 1935: Conditions techniques pour lampes à incandescence (1. I. 35).
21. 1935: Conditions techniques pour interrupteurs automatiques (disjoncteurs) (1. I. 36).
22. 1935: Normes pour interrupteurs à déclenchement par régression de la tension ou à déclenchement à distance par commande électrique et pour contacteurs (1. I. 36).
23. 1935: Revision des normes pour huiles isolantes: Conditions techniques pour huiles isolantes (1. I. 36).

[1]) Les chiffres entre parenthèses indiquent la date d'entrée en vigueur.

Sont actuellement en préparation:

24. Conditions techniques pour interrupteurs de protection pour moteurs.
25. Normes pour douilles de lampes.
26. Normes pour prises de courant d'appareils.
27. Conditions techniques pour interrupteurs de protection.
28. Conditions techniques pour coupe-circuit à poignées.
29. Normes pour coupe-circuit à fusibles enfermés pour plus de 60 A, jusqu'à 200 A.

La commission des normes se compose actuellement de Messieurs

a) membres:

P. Weingart, ingénieur en chef des A.-G. Bündner Kraftwerke, Klosters (membre depuis la 1re séance; président depuis la 98e séance);

A. Schaetz, secrétaire général de l'Union des Entreprises Suisses de Transport, Berne (depuis la 1re séance);

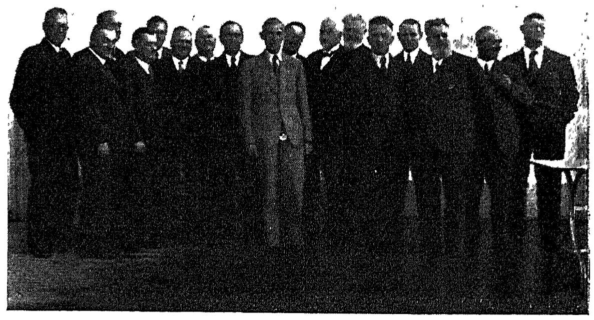


Fig. 1.
Les membres et collaborateurs permanents de la commission des normes de l'ASE et de l'UCS. De gauche à droite, Messieurs Denzler, Huber, von Allmen, Schedler, Baumann, Heinzelmann, Rauch, Tobler, Weingart, Kleiner, Schätz, Zollinger, Dietler, Cuendet, Egli, Schläfli, Meystre.

Hch. Egli, ingénieur, Zurich (depuis la 5e séance, délégué de l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens);

P. Thut, directeur des Forces Motrices Bernoises S. A., Berne (depuis la 13e séance);

T. Heinzelmann, chef du service d'installation des Forces Motrices Bernoises S. A., Berne (depuis la 21e séance suppléant de Monsieur Thut);

H. Dietler, directeur de la S. A. Therma, Schwanden (depuis la 98e séance);

R. Cuendet, directeur d'Appareillage Gardy S. A., Genève (depuis la 98e séance, délégué de la Société Suisse des Constructeurs de Machines);

P. Meystre, directeur du Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne (depuis la 98e séance);

b) Collaborateurs permanents pour tous les domaines:

E. von Allmen, chef du service d'installation des Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zurich (depuis la 16e séance);

C. Schedler, chef du service d'installation au Service de l'Electricité de la Ville de Zurich, Zurich (depuis la 19e séance);

H. Zollinger, directeur du bureau de normalisation de la Société Suisse des Constructeurs de Machines, Zurich (depuis la 19e séance, délégué du bureau de normalisation de la SCM et de l'Association Suisse de Normalisation);

F. Rauch, installateur, Zurich (depuis la 31e séance, délégué de l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens);

A. Schläfli, installateur, Winterthour (depuis la 73e séance, suppléant de Monsieur Rauch);



Fig. 2.
De gauche à droite, Messieurs Schedler, Heinzelmann et le président Weingart.

c) Délégué de la station d'essai des matériaux de l'ASE:

F. Tobler, ingénieur en chef de la Station d'essai des matériaux (depuis la 1re séance);

d) Délégués de l'Inspectorat des installations à courant fort.

A. Huber, ingénieur, Zurich (depuis la 18e séance);

M. Denzler, ingénieur, Zollikon (depuis la 76e séance);

e) Délégués du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS:

A. Kleiner, secrétaire général de l'ASE et de l'UCS, Zurich (depuis la 68e séance);

M. Baumann, ingénieur, Zollikon (depuis la 32e séance).

Anciens membres de la commission des normes, Messieurs:

K. Sulzberger, président depuis la 1re jusqu'à la 91e séance († le 11 septembre 1935);

L. Dénéréaz, ingénieur à la Société Romande d'Electricité, Clarens (de la 1re à la 13e séance);

G. A. Borel, directeur de la Société d'exploitation des câbles électriques, Cortaillod (de la 5e à la 97e séance);

J. Pronier, directeur du Service de l'Electricité de Genève (de la 13e à la 97e séance);

F. Largiadèr, ancien secrétaire général de l'ASE et de l'UCS (de la 1re à la 67e séance; s'est retiré de sa fonction de secrétaire général le 31. III. 1932);

H. F. Zangger, ancien chef de la division technique au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS (de la 1re à la 58e séance, a quitté le secrétariat général le 1. X. 1930, † le 5 mars 1932);

E. Binkert, ancien ingénieur au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS (de la 13e à la 31e séance, a quitté le secrétariat général le 31. III. 1928).

Les importantes améliorations du matériel d'installation depuis l'introduction des normes et le développement de la marque de qualité de l'ASE prouvent que le travail fourni par les membres et collaborateurs de la commission au cours des nombreuses séances, souvent fort absorbantes et en dehors des heures réglementaires n'a pas été vain, mais qu'au contraire il a porté ses fruits. Nous tenons tout particulièrement, à l'occasion de cette centième séance, à exprimer, au nom de l'ASE et de l'UCS, nos plus vifs remerciements à tous les membres et collaborateurs de la commission, ainsi qu'aux nombreux spécialistes qui, appelés pour l'étude de domaines spéciaux, ont fait profiter la commission de leurs expériences pratiques. Nous espérons que tous continueront à nous rester attachés et à collaborer aux travaux de la commission des normes, pour le bien de notre industrie électrique.

Feuilles de normes SNV pour prises de courant.

Les feuilles de normes SNV 24501, 24510, 24512 et 24514, publiées aux pages 714 à 716 de ce numéro, ont été établies par l'Association Suisse de Normalisation (SNV), à l'instigation de la Commission des normes de l'ASE et de l'UCS. Ces feuilles de normes ont été adoptées le 14 novembre 1936 par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS comme faisant partie intégrante des Normes de l'ASE pour prises de courant et déclarées en vigueur à partie du 15 novembre 1936. Les feuilles de normes SNV 24300, 24301; 24310; 24305, 24306, 24307 et 24312, adoptées en son temps pour les prises de courant 6 A/250 V, 10 A/50 V, 15 A/500 V et 25 A/500 V, vont être remaniées par la SNV, afin de les adapter aux nouvelles feuilles de normes pour prises de courant 10 A/380 V. Ainsi modifiées, ces feuilles de normes seront affectées des numéros suivants, indiqués sur la feuille SNV 24501: SNV 24505, 24507; 24516; 24518, 24520, 24522 et 24524. La feuille SNV 24503, avec les schémas de prises domestiques normalisées, est en préparation. Une communication paraîtra au Bulletin, dès que ces nouvelles feuilles de normes seront sorties de presse.

Fondation Denzler.

Le 6 novembre, la commission de la Fondation Denzler a tenu sa 7e séance à Berne, au cours de laquelle elle prit acte du résultat du dernier concours. Elle décida en outre d'ouvrir prochainement un nouveau concours de la Fondation Denzler. Un grand nombre de thèmes seraient susceptibles de fournir des résultats intéressants. Cependant, pour éviter toute partialité et pour s'assurer la collaboration d'un plus grand nombre d'experts, la commission décida d'inviter par publication au Bulletin les membres de l'ASE à proposer au secrétariat général, qui les transmettra à la commission, des thèmes de concours de nature scientifique ou économique propres à contribuer, conformément aux statuts de la Fondation, au développement de l'industrie et de l'économie électriques de notre pays.

Vu la situation précaire de bien de nos collègues suisses, il paraît indiqué de formuler le sujet de telle sorte que le plus grand nombre d'ingénieurs et techniciens électriciens puissent participer au concours et que l'on puisse aussi récompenser des travaux émanants de candidats qui ne disposent pas des laboratoires et des expériences d'une grande entreprise.

La commission de la Fondation Denzler espère recevoir de nombreuses suggestions afin de choisir le sujet le plus favorable assurant l'utilisation optimum des moyens dont dispose la Fondation.

Liste des tensions.

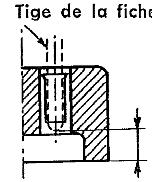
Pour répondre à un besoin général, l'ASE vient de publier une *liste des localités de Suisse avec leurs tensions de distribution et genres de courant* (liste des tensions). Cette brochure de 108 pages, format A5, contient, outre les tensions de distribution et genres de courant, des indications sur le fournisseur d'énergie et la population de chaque localité. Cet ouvrage très pratique est appelé à rendre de grands services à tous les fabricants et commerçants d'appareils électriques, aux centrales d'électricité et à d'autres encore. On peut se le procurer au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, au prix de fr. 5.— (fr. 4.— pour les membres de l'ASE).

Prises de courant Remarques générales	Norme SNV 24501

1° Les normes SNV 24501, 24503, 24505, 24507, 24510, 24512, 24514, 24516, 24518, 24520, 24522 et 24524 pour prises de courant font partie intégrante des normes de l'ASE pour prises de courant.

2° Les dimensions figurant entre parenthèses dans les normes SNV ne sont pas contrôlées par l'ASE lors de l'épreuve pour l'attribution de la marque de qualité.

Tige de la fiche



3° Lorsque des parties sous tension de la prise sont accessibles par derrière, il y a lieu d'observer, entre ces parties et le support de la prise, les lignes de fuite et distances minimums prévues par les normes de l'ASE pour prises de courant.

4° Toutes les alvéoles de contact de la prise doivent être à ressort.

5° Les contacts de la prise doivent être mobiles ou à ressort, de telle sorte que l'on puisse y enfoncer des fiches présentant les distances et dimensions maximums et minimums.

6° La représentation de la prise dans les normes SNV correspond à sa position en montage normal.

7° Les trous de fixation des prises pour locaux secs doivent se trouver sur l'axe A—B figurant dans les diverses normes SNV.

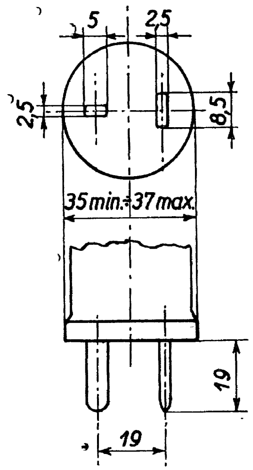
8° Lorsqu'une prise n'a qu'une seule ouverture pour l'introduction des conducteurs, cette ouverture doit se trouver en haut si l'on se réfère à la représentation choisie dans les normes SNV. Il est cependant recommandable de prévoir deux ouvertures, une en haut et l'autre en bas, avec des parties amincies permettant de les pratiquer facilement.

9° Pour les prises domestiques normalisées d'exécution normale et spéciale, voir norme SNV 24503.

(Dans la norme définitive, le texte allemand se trouve au verso.)

Steckkontakte 380 V, 10 A~, 2 P Normalausführung: Typ 3	Prise de courant 380 V, 10 A~, 2 P Exécution normale: Type 3	Normblatt — Norme SNV 24510

Stecker
Fiche

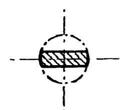


Masse mm
Dimensions en mm

Toleranzen:
Stiftbreite und Stiftdicke ± 0,06 mm.
Stiftlänge ± 1 mm.
Abstand für unbewegliche Kontakte ± 0,15 mm.

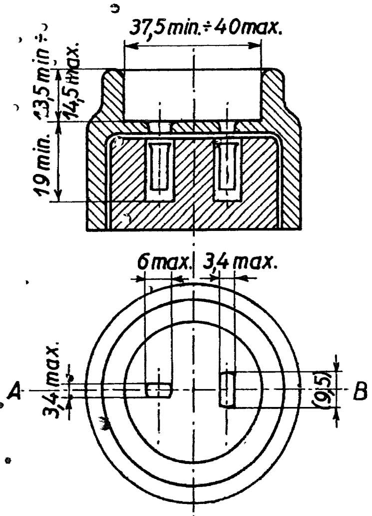
Tolérances:
Largeur et épaisseur des tiges ± 0,06 mm.
Longueur des tiges ± 1 mm.
Entr'axe des contacts fixes ± 0,15 mm.

Stiftform
Forme des tiges



Stifte massiv.
Tiges massives.

Dose
Prise



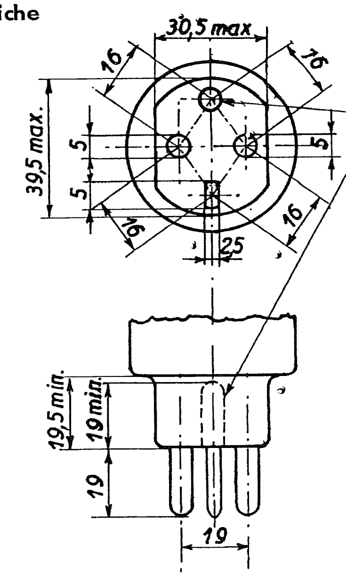
Ausserdem gelten die Bemerkungen SNV 24501.

Observer en outre les remarques SNV 24501.

Lehren SNV 24610.
Jauges SNV 24610.

Steckkontakte 380 V, 10 A, 3 P + E Normalausführung: Typ 5	Prise de courant 380 V, 10 A, 3 P + T Exécution normale: Type 5	Normblatt — Norme **SNV** **24 514**

Stecker
Fiche



Masse mm
Dimensions en mm

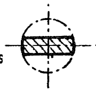
Erdbüchse federnd, für 5 mm Rundstift.

Alvéole de terre, à ressort, pour tige ronde de 5 mm.

Toleranzen:
Stiftdurchmesser, Stiftbreite und Stiftdicke ± 0,06 mm.
Stiftlänge ± 1 mm.
Abstand für unbewegliche Kontakte ± 0,15 mm.

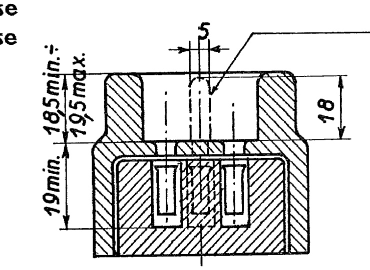
Tolérances:
Diamètre, largeur et épaisseur des tiges ± 0,06 mm.
Longueur des tiges ± 1 mm.
Entr'axe des contacts fixes ± 0,15 mm.

Stiftform
Forme des tiges



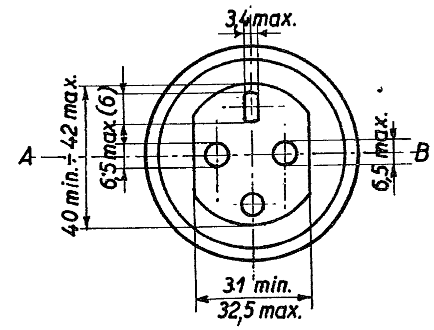
Stifte massiv.
Tiges massives.

Dose
Prise



Erdstift massiv.

Tige de terre, massive.



Ausserdem gelten die Bemerkungen SNV 24501.
Observer en outre les remarques SNV 24501.

Lehren SNV 24614.
Jauges SNV 24614.

Sonderausführungen siehe Rückseite.
Prises de courant pour usages spéciaux, voir au verso.

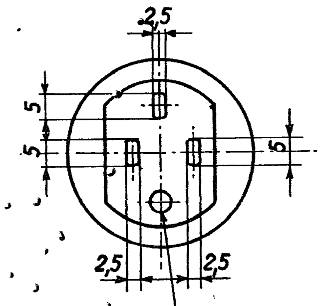
(Rückseite von Normblatt SNV 24514.)

Sonderausführungen — Exécutions spéciales

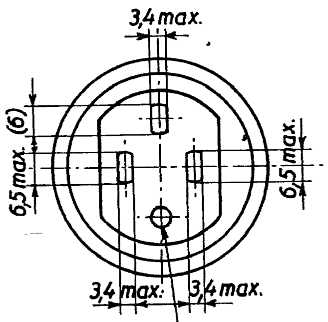
Typ 5a — Type 5a

Masse mm
Dimensions en mm

Stecker
Fiche

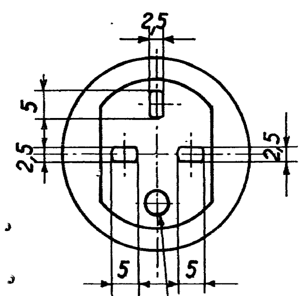


Dose
Prise

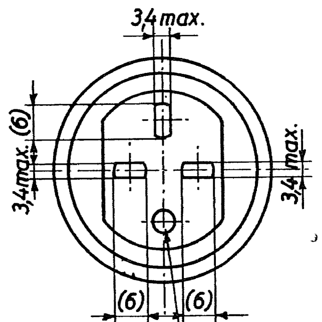


Typ 5b — Type 5b

Stecker
Fiche

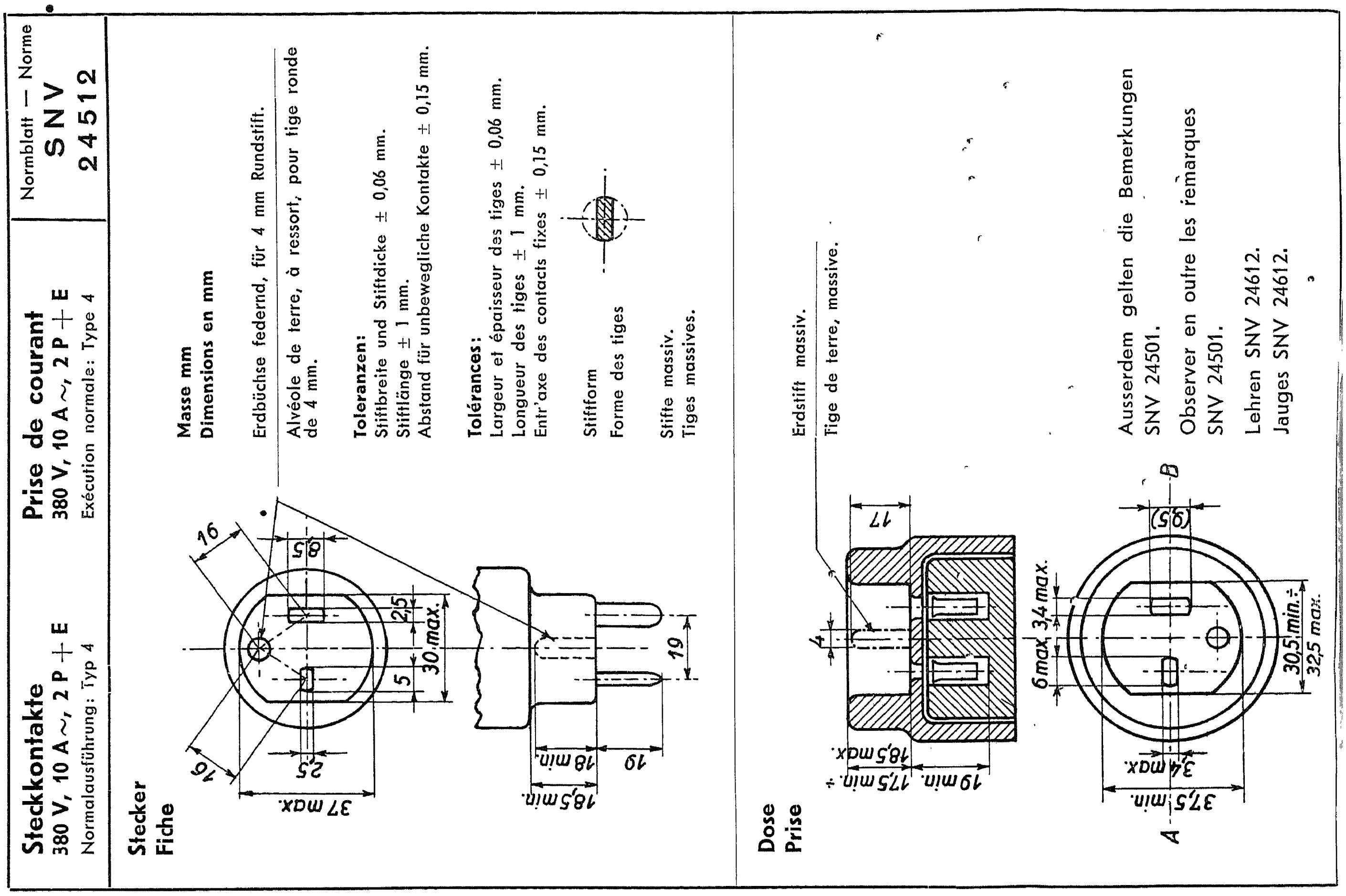


Dose
Prise



Mit obigen Abweichungen gelten für diese Sonderausführungen die gleichen Abmessungen wie für die Normalausführung (siehe Vorderseite).

A part les exceptions ci-dessus les dimensions de l'exécution normale (voir au verso) sont valables pour ces exécutions spéciales.



Journée de discussion

de l'Association Suisse des Electriciens

Samedi 5 décembre 1936, 9 h.

Restaurant «Affenkasten», Aarau.

Thème:

Le maintien de la tension dans les réseaux à basse tension

1° Conférence en allemand de Monsieur *W. Howald*, directeur du service électrique de Winterthour: **Le problème de la régulation de la tension au point de vue de l'exploitation.**

2° Conférence en français de Monsieur *M. Roesgen*, vice-directeur du Service de l'Electricité de Genève: **Quelques solutions du problème du réglage de la tension.**

3° **Communications et discussion.** Une série d'interventions sont déjà annoncées de la part de fabricants et d'exploitants. Entre autre Monsieur Geiss, Eindhoven, parlera de l'influence des variations de tension sur les lampes à incandescence. D'autres communications seront les bienvenues; prière de les annoncer au secrétariat.

Le tirage préalable de la conférence Howald est déjà livrable. La conférence Roesgen pourra probablement aussi être imprimée avant l'assemblée.

Un dîner en commun est prévu; prix fr. 4.— environ, avec le vin et le café noir.

Les membres de l'ASE sont invités à participer nombreux et activement à cette manifestation.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVII^e Année — N° 25 — Vendredi, 11 Décembre 1936

De l'emploi des différentes basses tensions en Suisse.

Par l'*Inspectorat des installations à courant fort*, Zurich.

389.6 : 621.3.027.2(494)

Nous avons déjà publié dans le Bulletin ASE 1931, No. 18, un rapport sur la manière dont les différentes tensions d'utilisation se partageaient, à fin 1929, le marché de la consommation suisse d'énergie électrique. Il y avait alors dix ans que l'ASE, ayant décidé de chercher à unifier les basses tensions, avait déclaré «normales» les tensions triphasées de 125/220 volts et de 220/380 volts, et l'on pouvait observer dès alors une évolution consistant dans la généralisation de la tension normale de 220/380 volts. L'enquête nécessaire pour établir la nouvelle statistique des producteurs et distributeurs suisses d'énergie électrique (statistique encore en préparation) nous a donné l'occasion de nous renseigner simultanément, après que six nouvelles années se sont écoulées, sur la diffusion des différentes basses tensions à fin 1935. Nous résumons ci-dessous les considérations qui se dégagent de cette nouvelle enquête.

Disons tout d'abord que notre enquête sur les basses tensions employées ne concerne que 1219 distributeurs d'électricité, et non les 1251 distributeurs et producteurs mentionnés dans la statistique générale. Ces 1219 distributeurs alimentent des appareils consommateurs représentant une puissance totale approximative de 3 200 000 kW. Dans ce total ne sont pas comprises les puissances absorbées par les chemins de fer et par une partie des gros abonnés. Les 32 entreprises qui n'ont pas été considérées dans notre enquête sont des entreprises qui ne possèdent pas de réseaux de basse tension et ne vendent pas au détail. Les 1219 distributeurs d'énergie considérés se répartissent en 959 entreprises n'utilisant pour la distribution aux consommateurs

Utilisation relative des différentes basses tensions en Suisse, en 1919, 1929 et 1935 (d'après la puissance relative des appareils consommateurs). Tableau I.

Tension (en volts)	Utilisée comme «tension lumière» (éclairage, petits appareils domestiques, etc.)						Utilisée comme «tension force» (moteurs, gros appareils thermiques, etc.)						Dans l'ensemble					
	fréquence relative d'emploi			pourcentage de puissance installée			fréquence relative d'emploi			pourcentage de puissance installée			fréquence relative d'emploi			pourcentage de puissance installée		
	1919	1929	1935	1919	1929	1935	1919	1929	1935	1919	1929	1935	1919	1929	1935	1919	1929	1935
105—115	7	2	3	13	10	6	1	—	—	2	—	—	4	1	1	7	4	3
120—**125**—130	41	23	17	52	33	23	6	2	1	2	(<1)	—	23	12	9	25	15	11
135—140	1	—	—	(<1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
145—150	20	31	28	20	20	13	—	—	1	—	—	—	11	15	13	9	9	7
155—180	2	—	—	(<1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
190	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	(<1)	(<1)
195—205	5	13	8	2	3	2	2	—	—	3	—	—	4	6	4	3	2	1
210—**220**—230	18	30	43	11	34	56	25	16	15	14	12	8	20	22	29	12	22	31
235—245	1	—	—	2	—	—	7	1	1	3	2	1	4	1	(<1)	2	2	1
250—260	3	1	1	(<1)	—	—	21	36	32	25	33	23	13	20	17	14	18	12
270—300	—	—	—	—	—	—	1	(<1)	(<1)	(<1)	2	1	—	(<1)	—	—	1	(<1)
310—330	—	—	—	—	—	—	1	(<1)	(<1)	(<1)	1	1	—	—	—	—	—	(<1)
340—360	1	—	—	(<1)	—	—	5	12	7	5	2	2	3	6	3	3	1	1
365—**380**—400	1	—	—	(<1)	—	—	8	20	32	5	20	44	4	11	19	3	11	23
410—450	—	—	—	—	—	—	3	—	1	2	—	—	3	—	—	1	—	—
480—525	—	—	—	—	—	—	16	10	8	36	25	18	9	5	4	19	14	10
550—620	—	—	—	—	—	—	2	(<1)	—	1	2	1	(<1)	(<1)	—	1	1	(<1)
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

qu'un seul système de tension, 191 entreprises utilisant deux systèmes et 69 entreprises utilisant, en basse tension, plus de deux systèmes de distribution. Parmi ces dernières se trouvent une entreprise qui utilise six systèmes et une autre qui en utilise même sept. Il en résulte un nombre total de cas d'utilisation d'environ 2950, soit environ 1400 utilisations sous tension d'éclairage et environ 1550 utilisations sous tension de force. Le tableau No. 1 donne, en face de chaque tension, sa fréquence d'emploi et la puissance relative des appareils récepteurs qui sont desservis sous cette tension. Ces indications sont

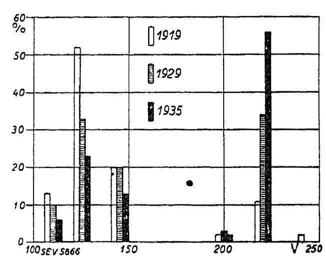


Fig. 1.
Fréquence relative de l'emploi (d'après la puissance des appareils consommateurs) des différentes basses tensions en tant que «tension lumière».

données séparément, d'abord pour les appareils d'éclairage et petits appareils ménagers (réseaux d'éclairage), ensuite pour les moteurs et les gros appareils thermiques (réseaux force), et enfin pour l'ensemble. Les tensions très voisines ont été réunies en un seul groupe. Le tableau mentionne, à titre comparatif, les chiffres correspondants des années 1919 et 1929.

été jamais déclarés, en particulier sur les réseaux des grandes entreprises. D'autre part chez beaucoup de distributeurs d'énergie nous n'avons pu établir qu'approximativement les parts de puissance relative revenant à la tension «lumière» et à la tension «force». Nos graphiques montrent que la distribution par courant triphasé 220/380 volts a de nouveau gagné du terrain, ainsi qu'il fallait s'y attendre. Déjà les appareils alimentés sous tension «lumière» de 200 à 220 volts représentent environ 58 %, soit plus de la moitié de la puissance totale des appareils d'éclairage ou similaires, alors qu'ils ne représentaient encore que 37 % de cette puissance en 1929. Pour la tension «force» correspondante, la participation en puissance a passé d'environ 22 % à 46 %. Tous les systèmes de distribution qui jouent encore un rôle à côté du système normal 220/380 volts (soit 125/220 volts, 2×125/250 volts et 145/250 volts) marquent un recul important. Cette constatation s'explique, non par la construction de nouveaux réseaux à tension normale, puisque les réseaux établis ces dernières années sont fort peu nombreux, mais avant tout par le fait que quelques-unes de plus grandes entreprises de distribution de Suisse sont en train de transformer, l'un après l'autre, leurs réseaux basse tension déjà existants de manière à pouvoir y introduire la tension normale. Il est probable que la distribution par courant triphasé 500 volts conservera encore à l'avenir une cer-

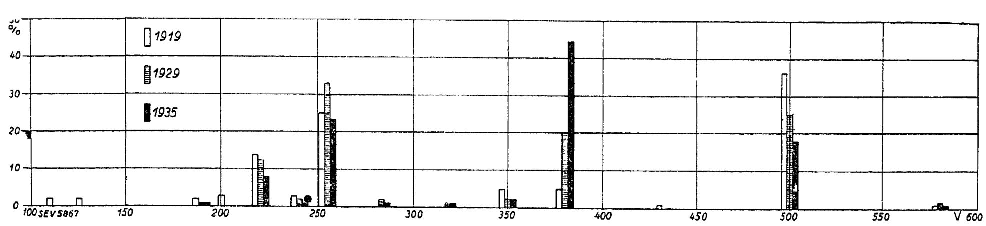


Fig. 2.
Fréquence relative de l'emploi (d'après la puissance des appareils consommateurs) des différentes basses tensions en tant que «tensions force».

Les figures 1 à 3 illustrent graphiquement l'évolution qui se dégage du tableau No. 1. Les tensions d'utilisation y ont été portées en abscisses, tandis que la puissance relative des appareils alimentés sous chaque tension a été portée en ordonnée. Remarquons à ce sujet que l'ensemble des lampes, ainsi que des petits moteurs et des petits appareils

taine importance, étant donné que plusieurs grandes entreprises possèdent dans certaines localités, outre leur réseau 220/380 volts, un réseau 500 volts souvent étendu, servant à desservir des établissements industriels.

Nos questionnaires portaient aussi sur les puissances des transformateurs qui desservent les réseaux

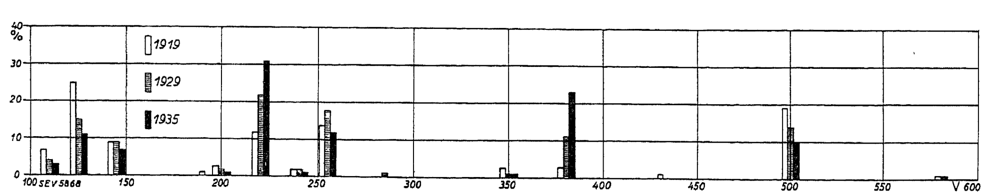


Fig. 3.
Utilisation totale relative (d'après la puissance des appareils consommateurs) des différentes basses tensions (indépendamment de la catégorie des appareils récepteurs).

alimentés sous tension d'éclairage, représente en Suisse une puissance totale d'environ 1 550 000 kW et que l'ensemble des moteurs et des appareils thermiques branchés sous tension «force» représente approximativement 1 650 000 kW. Nous donnons ces chiffres à titre d'approximation car ils reposent en partie sur des évaluations. Il est certain que des milliers d'appareils ménagers sont utilisés sans avoir

à basse tension. Les résultats de cette partie de notre enquête sont consignés dans le tableau No. 2, qui indique pour chaque catégorie de tension la puissance absolue des transformateurs installés, ainsi que le pourcentage de puissance totale que cette puissance représente. Ces chiffres peuvent être considérés comme correspondant assez exactement à la réalité, puisque, dans ce domaine, les distribu-

teurs ont été en mesure de nous renseigner avec précision. Nous n'avons pu faire figurer dans notre tableau, à titre comparatif, que les chiffres de 1929, ceux de 1919 ne nous étant pas connus. Pour les transformateurs, comme pour les appareils récepteurs, on constate une avance marquée de la tension normale de 220/380 volts, tandis que la diffusion relative de tous les autres systèmes est inchangée ou plus ou moins fortement en recul.

Utilisation relative des différentes basses tensions en Suisse, en 1929 et en 1935 (d'après la puissance des transformateurs qui alimentent les réseaux secondaires).

Tableau II.

Tension (en volts)		Puissance des transformateurs qui alimentent des réseaux sous cette tension — Fin 1929: en kVA		Fin 1929: en % de la puissance totale		Fin 1935: en kVA		Fin 1935: en % de la puissance totale	
2 · 110	110 bis 190/110	15400	105630	2	13	19600	102700	2	9
3 · 110		4000		1		3600		—	
2 · 125		67500		8		53900		5	
3 · 125		850		—		6800		0,5	
2 · 145		9400		1		6500		0,5	
3 · 150		100		—		400		—	
3 · 190/110		8400		1		11900		1	
3 · 200	200/115 bis 250/125	3000	297700	—	38	700	292300	—	27
2 · 220		5800		1		7700		1	
3 · 220		25300		3		27000		3	
3 · 220/125		109200		14		102500		9	
3 · 235/135		6900		1		8500		1	
2 · 240		500		—		—		—	
3 · 250		36500		5		22300		2	
3 · 250 · 145		83500		11		84800		8	
3 · 250/2 · 125		27000		3		38800		3	
3 · 325	350/200 bis 435/250	1500	186550	—	24	1000	477600	—	43
3 · 350/200		16800		2		9800		1	
3 · 380		9500		1		8900		1	
3 · 380/220		157800		21		452000		40	
3 · 380 220/125		450		—		4400		1	
3 · 435/250		500		—		1500		—	
3 · 480/280	ca. 500/299	4600	184100	1	23	5900	219400	1	21
3 · 480/280/2 · 140		1200		—		1300		—	
3 · 500		156900		20		160300		15	
3 · 500/290		100		—		4100		1	
3 · 500/125		650		—		—		—	
3 · 500/**220/125**		150		—		300		—	
3 · 500/250/145		19400		2		29400		2	
3 · 500/350/200		100		—		—		—	
3 · 500/**380/220**		1000		—		18100		2	
2 · 550/780		12700		2	2	6000	8000	—	
3 · 550/950		3300		—		2000		—	
Total		790 000		100		1 100 000		100	

En examinant uniquement les réponses des 179 entreprises disposant d'une puissance supérieure à 500 kW (qui n'étaient qu'au nombre de 146 en 1929 et qui correspondent aux catégories A_I et B_I de la statistique) on fait encore les constatations suivantes. De ces 179 (146) entreprises, qui représentent ensemble une puissance de récepteurs installés de 2 870 000 kW (1 650 000 kW), six (contre 10) utilisent pour la distribution le système triphasé 125 à 220 volts à l'exclusion des autres, ce qui ne correspond plus qu'à 1 % (5 %) de la puissance installée totale. On constate, au contraire, qu'il y a maintenant 24 (contre 10) entreprises, représentant 5 % (3 %) de la puissance installée totale, qui distribuent uniquement en courant triphasé 220/380 volts. D'ailleurs la tension normale de 220/380 volts est aussi utilisée, conjointement avec d'autres tensions, par 103 (68) autres entreprises, de sorte que la participation du système 220/380 volts à la puissance installée totale des 179 (146) entreprises en question était à fin 1935 de 47 % (28).

Neuf grandes entreprises sont en train de transformer partiellement ou complètement leurs réseaux basse tension avec l'intention d'introduire la tension normale de 220/380 volts dans les secteurs transformés, tout en conservant la tension de 500 volts sur des réseaux déjà existants. Neuf autres entreprises nous ont répondu qu'elles avaient mis la question de l'adaptation de leurs réseaux secondaires à la tension normale à l'étude. 37 distributeurs d'énergie ont l'intention, pour le moment du moins, de conserver les systèmes non normaux en usage chez eux.

Ajoutons que 75 entreprises distributrices possèdent encore des réseaux à courant continu qui alimentent des récepteurs représentant une puissance totale d'environ 40 000 kW, soit 1,25 % de la puissance installée totale.

Notre enquête a montré, en résumé, que l'unification des basses tensions a de nouveau fait de sensibles progrès au cours des six dernières années et que ces progrès sont presque exclusivement en faveur de la plus haute des deux tensions normales, c'est-à-dire du système triphasé 220/380 volts, tandis que la tension de 125/220 volts, bien que déclarée «normale», a perdu en importance, tout comme les autres tensions qui étaient autrefois répandues.

Listes des tensions.

Pour satisfaire à un besoin réel, l'ASE vient d'éditer une liste des localités de Suisse ainsi que des genres de courant et tensions qui y sont appliqués. Cette liste est en vente au prix de fr. 5.— (fr. 4.— pour les membres). Prière d'adresser les commandes au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

Aluminium.

Fabrication. Les usines de Chippis. Applications dans l'électrotechnique.

Par *M. Preiswerk*, Neuhausen.

669.71(494)

Le programme des assemblées générales de l'ASE et de l'UCS à Zermatt en 1935 prévoyait, en cas de mauvais temps, une conférence sur l'aluminium. Ce sujet était indiqué, d'une part pour donner un aperçu préliminaire aux participants à l'excursion du 9 septembre aux Usines de Chippis (voir Bull. ASE 1935, No. 26, page 764), d'autre part, parce que l'assemblée s'était réunie dans le canton du Valais, où se trouve, à Chippis, la plus importante entreprise suisse de production et d'usinage d'aluminium.

L'assemblée ayant été favorisée par le beau temps, comme les participants en auront gardé l'heureux souvenir, on renonça à la conférence de Monsieur Preiswerk, ingénieur en chef, pour profiter de la belle nature. Nous sommes très heureux de pouvoir publier après coup pour nos lecteurs les passages les plus intéressants de la conférence projetée. En effet, nous pouvons être fiers en Suisse de prétendre que l'industrie de l'aluminium, actuellement une des plus importantes industries du monde, doit une bonne part de l'essor qu'elle a pris à l'initiative d'une Société suisse très entreprenante: la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, à Neuhausen.

L'article ci-dessous traite de la fabrication de l'aluminium, des installations électriques des Usines de Chippis et des applications de l'aluminium dans l'électrotechnique.

(La Rédaction.)

An den Jahresversammlungen 1935 des SEV und des VSE in Zermatt war vorgesehen, bei schlechtem Wetter einen Vortrag über Aluminium halten zu lassen, einerseits als Vorbereitung auf die Exkursion vom 9. September in die Aluminiumwerke Chippis (siehe Bull. SEV 1935, Nr. 26, S. 764), anderseits, weil die Tagung im Kanton Wallis stattfand, wo sich, in Chippis, das grösste Aluminiumerzeugungs- und -verarbeitungswerk der Schweiz befindet.

Da die erwähnte Jahresversammlung, wie sich die Teilnehmer wohl mit grosser Befriedidung erinnern werden, von schönstem Wetter begünstigt war, musste zugunsten der herrlichsten Naturgenüsse auf den Vortrag von Herrn Oberingenieur Preiswerk verzichtet werden. Es freut uns aber ausserordentlich, dass wir nun nachträglich das wesentlichste daraus hier veröffentlichen und damit unsern Mitgliedern doch noch zugänglich machen können, dürfen wir Schweizer doch stolz darauf sein, dass die zu gewaltiger Weltgeltung gelangte Aluminiumindustrie ihren Aufschwung zum guten Teil der grosszügigen Tätigkeit einer wagemutigen schweizerischen Firma, der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, verdankt.

Im folgenden wird über die Gewinnung des Aluminiums, die elektrischen Anlagen des Werkes Chippis und die Verwertung des Aluminiums in der Elektrotechnik berichtet.

(Die Reduktion.)

Pour leur production d'aluminium, les Usines de Chippis atteignent à elles seules une capacité de consommation annuelle de plus de 500 millions de kWh, soit le huitième environ de la somme d'énergie absorbée en Suisse, estimée à env. 4 milliards de kWh. Depuis la crise, cette capacité de consommation est malheureusement réduite. La majeure partie de l'énergie absorbée est produite par ses propres centrales hydro-électriques. En électrotechnique, il est incontestable que l'aluminium joue sans cesse un rôle plus considérable, car il possède, après le cuivre, la meilleure conductibilité de tous les métaux utilisables en technique, et il est employé avec succès dans nombre de machines et appareils. En économie nationale, l'aluminium est le seul métal produit en Suisse pour la consommation indigène et pour l'exportation, de sorte qu'il influe favorablement sur notre balance commerciale.

1° Fabrication de l'aluminium.

L'aluminium est un métal brillant, blanc-argent, caractérisé par sa faible densité, ses hautes conductibilités électrique et thermique et sa résistance aux agents chimiques.

L'aluminium tire son nom de la pierre d'alun, en latin «alumen», sel déjà connu dans l'antiquité et dans lequel on trouva d'abord une substance minérale: l'alun ou alumine. Le métal contenu dans l'alumine sous forme d'oxyde prit le nom d'aluminium avant même qu'il ait été possible de l'isoler de l'alumine.

L'aluminium est le métal le plus répandu dans la terre. Il constitue environ le 7,3 % de l'écorce terrestre prospectée. Cependant, l'aluminium ne s'y trouve pas à l'état métallique, mais sous forme de combinaisons, le plus souvent avec l'oxygène et le silicium. Le seul minerai utilisé actuellement pour la production de l'aluminium est la bauxite, qui tire son nom des Baux (Midi de la France), où furent découverts les premiers gisements. La bauxite est un produit de désagrégation des roches primitives sous l'action de conditions climatériques déterminées. Ses principaux gisements se trouvent dans le Midi de la France, en Dalmatie, en Hongrie, en Russie, dans les Indes Britanniques, dans l'Arkansas et en Guyanne. On distingue deux sortes de bauxite: la bauxite rouge et la bauxite blanche. La bauxite rouge, dont la teneur en alumine (oxyde d'aluminium) atteint 55 à 65 %, est la seule qui puisse être utilisée pour la fabrication de l'aluminium.

L'extraction de l'aluminium de ses combinaisons présente des difficultés bien plus considérables que celles que connaît l'extraction des métaux lourds usuels de leurs minerais. Tandis qu'il suffit par exemple de chauffer les minerais de fer ou de cuivre en présence de charbon, la fabrication de l'aluminium doit recourir aux procédés de réduction les plus actifs, en premier lieu à l'énergie électrique.

Il y a plus de cent ans (1825/27), le chimiste danois Oerstedt et le savant allemand Friedr. Wöhler réussirent à isoler l'aluminium sous sa forme métallique en réduisant le chlorure d'aluminium par le potassium. Au début du XIXe siècle, l'anglais Davy avait déjà tenté d'extraire l'aluminium de l'alumine après avoir reconnu que cette dernière n'est autre chose que de l'oxyde d'aluminium. Entre autres, il tenta également de décomposer l'oxyde d'aluminium au moyen du courant électrique en soumettant de l'alumine en fusion à l'action d'une forte pile voltaïque. Ces efforts ne devaient cependant pas encore connaître le succès. En 1854

seulement, le chimiste allemand Bunsen parvint à isoler l'aluminium par électrolyse en substituant à l'alumine en fusion un bain de chlorures d'aluminium et de sodium fondus.

Le Français Sainte Claire Deville fut le premier à reconnaître l'importance industrielle de l'aluminium et s'efforça de découvrir un procédé de fabrication industrielle d'après le système Wöhler (1854).

Après la découverte de la dynamo (1872), le procédé d'extraction de l'aluminium par électrolyse, déjà à la base des expérience de Deville et Bunsen, fut développé et pratiquement mis au point vers 1880, simultanément et indépendamment par le Français Paul Héroult en Europe et par le chimiste

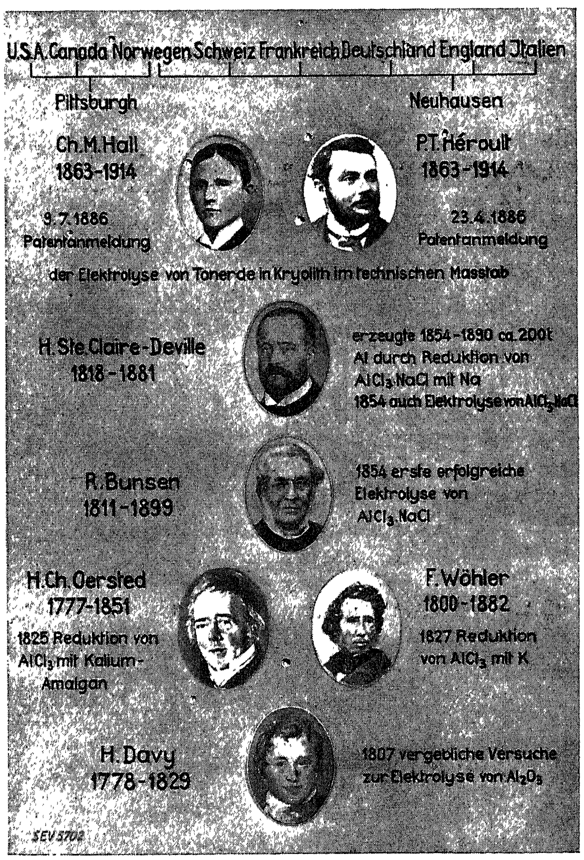


Fig. 1.
Histoire de la métallurgie de l'aluminium.

Hall en Amérique. La réalisation pratique de la production d'aluminium par électrolyse permit de fabriquer ce métal en plus grandes quantités et à meilleur prix. Déjà alors, le prix du kilo d'aluminium, estimé au début à fr. 3000.—, fléchit jusqu'à fr. 4.— à 5.—. Actuellement, le prix du kg d'aluminium n'atteint guère plus de fr. 2.—.

A cette époque, les Fils J. G. Neher, qui exploitaient depuis 1810 des forges installées au pied de la Chute du Rhin, se voyaient contraints par la concurrence étrangère de trouver à leurs forces hydrauliques une autre utilisation rationnelle. Leur attention ayant été retenue par le brevet d'Héroult, ils conclurent en 1887 une convention pour l'exploitation industrielle de son invention. La même année, cette convention donna naissance à la Société Métallurgique Suisse, transformée plus tard en Société Anonyme pour l'Industrie de l'Aluminium à Neuhausen (AIAG). Ainsi Neuhausen devint le berceau de l'industrie européenne de l'aluminium.

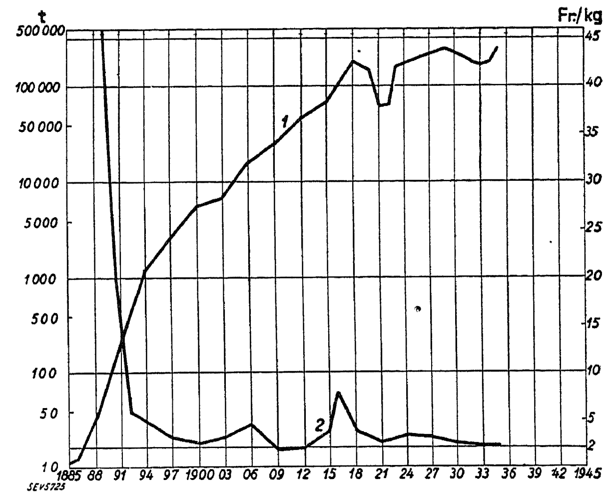


Fig. 2.
Diagrammes comparés de la production mondiale de l'aluminium (1) (en tonnes) et de son prix (2) (en fr./kg) de 1885 à 1935.

Sous l'énergique direction de Martin Schindler, qui assuma pendant longtemps les charges de directeur général de la Société, la jeune entreprise prit un essor et une extension rapides. En 1897, la seconde usine de la Société fut créée à Rheinfelden (Bade) et, de 1898 à 1901, une troisième usine fut construite à Lend (Autriche). Dès 1905 fut entreprise la construction des Usines de Chippis (Valais),



Fig. 3.
Martin Schindler, fondateur et directeur général de la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, Neuhausen, 1888 à 1920.

la plus importante des 4, dont les extensions successives s'échelonnèrent jusqu'en 1928. Exclusivement pour leur production d'aluminium, les Usines de Chippis utilisent les forces hydrauliques du Rhône, de la Navizance, de la Borgne, du lac de l'Illsee et de la Tourtemagne, aménagées en 5 cen-

trales électriques. En outre, la Société suisse est intéressée à l'exploitation d'une fabrique d'aluminium à Porto-Marghera, près de Venise (Italie), dont les forces motrices sont situées dans les Dolomites; de même, elle est co-propriétaire d'une petite entre-

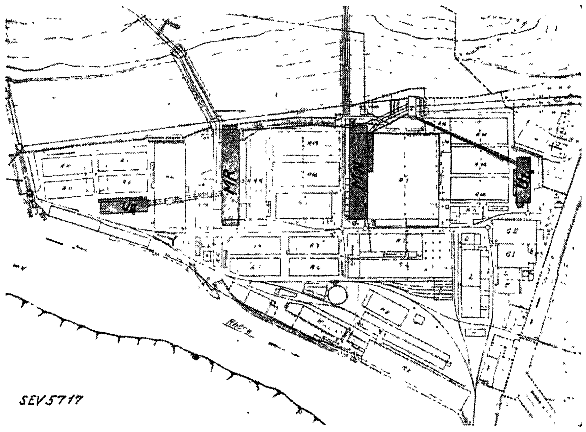


Fig. 4.
Plan de situation des Usines de Chippis.
M R centrale du Rhône.
M N centrale de la Navizance.
U I et *U II* sous-stations I et II.

prise espagnole. Pour assurer son alimentation en matières premières, elle prit dès l'origine diverses participations: exploitation de gisements de bauxite et de fabriques françaises d'alumine; plus tard, gisements de bauxite en Roumanie et fabrique d'alumine en Allemagne.

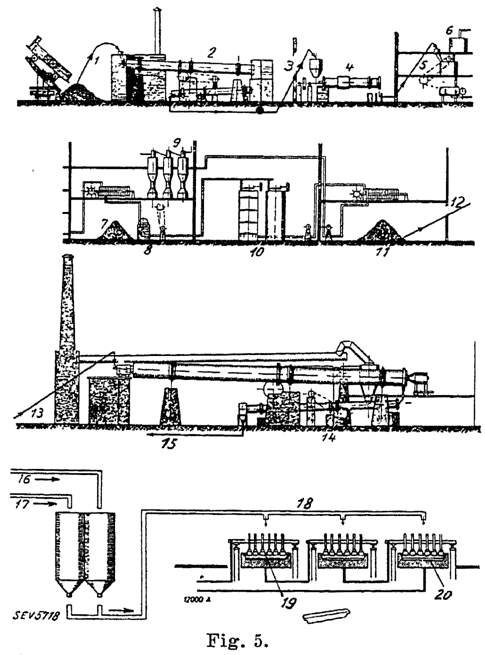


Fig. 5.
Schéma des opérations successives pour l'extraction de l'aluminium.

1 Bauxite concassée. *2* Calcination de la bauxite. *3* Bauxite calcinée. *4* Mouture de la bauxite. *5* Bauxite moulue. *6* Autoclaves (désagrégation). *7* Boue rouge. *8* Filtres-presses pour boue rouge. *9* Evaporateurs. *10* Mouture finale. *11* Filtres-presses pour alumine. *12, 13* Hydrate d'alumine. *14* Calcination de l'alumine. *15* Expédition de l'alumine calcinée. *16* Alumine. *17* Cryolithe. *18* Cryolithe et alumine. *19* Bain de cryolithe-alumine en fusion. *20* Aluminium.

La fabrication actuelle de l'aluminium à partir de la bauxite se fait en 2 étapes distinctes: La première opération consiste à transformer la bauxite rouge en alumine, oxyde d'aluminium chimiquement pur, poudre blanche comme neige. La seconde comprend la réduction par électrolyse de l'alumine en aluminium. Tandis que la fabrication de l'alumine s'installe généralement à proximité des gisements de bauxite ou de charbon, afin d'éviter des frais de transport inutiles, les fabriques d'aluminium se fixent là où elles peuvent disposer d'énergie électrique à des conditions avantageuses. En Suisse, on ne trouve ni gisements de bauxite, ni mines de charbon. Par contre, nous possédons des fleuves et des torrents, sources d'énergie électrique qui permettent une fabrication rentable de l'aluminium.

La fabrication actuelle de l'alumine s'opère généralement par le procédé Bayer. Cela nous mènerait trop loin d'exposer ici ce processus, purement chimique. Disons seulement que l'alumine utilisée pour la préparation de l'aluminium doit être aussi exempte que possible d'impuretés, car la qualité du métal obtenu dépend de celle de l'alumine.

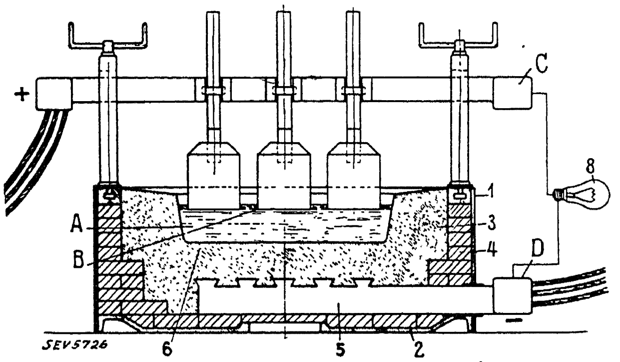


Fig. 6.
Cuve 8000 A pour électrolyse de l'aluminium.

A Electrolyte.
B Anode.
C Conducteurs de courant.
D Cathode.
1 Manteau en tôle.
2 Fond.
3 Pisé damé.
4 Revêtement de maçonnerie.
5 Plaque de fonte (cathode).
6 Fond du bain électrolytique.
8 Lampe-contrôle de tension.

L'extraction proprement dite de l'aluminium s'effectue dans des cellules électrolytiques, appelées «cuves», par électrolyse ignée; c'est-à-dire que, sous l'action du courant électrique, l'aluminium se sépare de l'électrolyte, bain en fusion contenant de l'oxyde d'aluminium. De forme ronde ou carrée, les cuves mesurent environ 1 mètre de hauteur. Le type le plus connu se compose d'un manteau en tôle de fer revêtu intérieurement d'une maçonnerie réfractaire et d'un pisé en charbon damé sur une plaque de fonte. Cette plaque est reliée à l'extérieur à plusieurs gros câbles qui assurent la conductibilité électrique entre la garniture de la cuve, servant de cathode, et le pôle négatif de la source de courant. L'anode est constituée par un certain nombre d'électrodes en charbon, réglables et remplaçables, fixées au-dessus de la cuve et plongeant dans l'électrolyte. Ce dernier est constitué par un bain

de cryolithe fondue, dans lequel est dissoute l'alumine à transformer. La chaleur dégagée par le passage du courant électrique maintient le bain à l'état liquide, à une température voisine de 1000° C. Les cuves se trouvent sous une tension d'environ 6 V et, selon leur grandeur, absorbent une intensité allant de 8000 à 40 000 A. Par le passage du courant électrique à travers le bain, l'alumine dissoute est dissociée en aluminium et oxygène. L'aluminium se porte sur l'électrode négative, appelée cathode, et se rassemble sur le fond de la cuve, au-dessous du bain, tandis que l'oxygène libéré va à l'électrode positive, l'anode, où il consume l'électrode de charbon en acide carbonique.

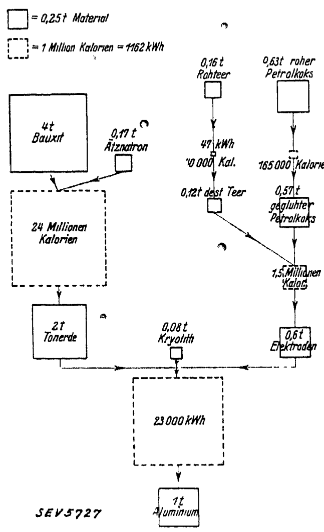


Fig. 7.
Matières premières et énergie électrique nécessaires à la fabrication de l'aluminium.

Sans que l'électrolyse soit interrompue, le métal liquide rassemblé sur la cathode est périodiquement puisé ou coulé, puis moulé en lingots dans des formes en fonte. L'aluminium pur marchand contient 99,0 à 99,5 % d'aluminium; le reste se compose principalement de fer et de silicium. Actuellement, il est d'ailleurs parfaitement possible, en employant de l'alumine et des anodes en charbon d'une grande pureté, d'obtenir par électrolyse du métal titrant plus de 99,9 %.

La préparation de 1 kg d'aluminium nécessite, dans l'ordre des opérations successives:

4 kg de bauxite,
26 000 grandes calories,
0,17 kg de soude caustique,
24 kWh de courant continu,
0,63 kg de coke,
0,16 kg de goudron,
0,08 kg de cryolithe.

De cette façon, on peut produire dans une cuve chargée à 8000 A environ 50 à 60 kg par jour.

L'aluminium brut sortant d'électrolyse est classé selon son titre d'analyse, puis refondu dans des fours à coke ou électriques, et moulé en formes marchandes selon la destination: laminage, tréfilage, étirage, pressage, etc. Soit pur, soit sous forme d'alliages, l'aluminium peut être ensuite usiné en tôles, barres, profils, tubes, fils, feuilles, ou transformé en fonte de moulage.

Il ressort de cet exposé théorique que la préparation de 1 kg d'aluminium absorbe env. 24 kWh de courant continu. On en déduit que la production annuelle des Usines de Chippis, évaluée à 20 000 tonnes (moyenne des années 1926 à 1930), nécessite environ 480 millions de kWh de courant continu. Rapporté à l'unité de poids, aucun autre produit électrochimique ne consomme, de loin, autant d'énergie que l'aluminium.

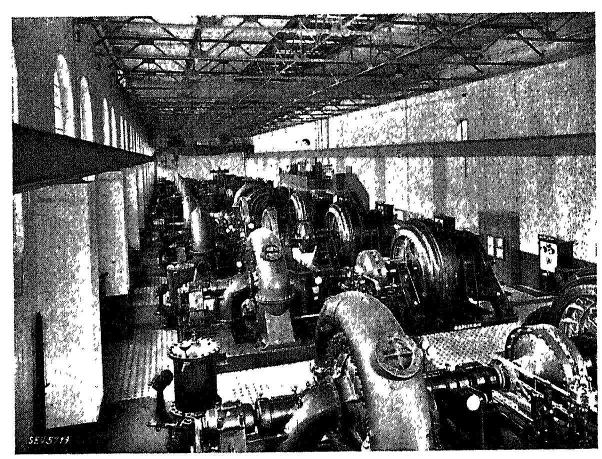
La condition primordiale pour la fabrication de l'aluminium est donc de disposer d'énergie électrique en quantité suffisante et à des conditions avantageuses. C'est pourquoi l'industrie de l'aluminium a pris pied en Valais, canton si riche en houille blanche.

2° Installations électriques des usines de Chippis.

Comme cela a été relevé précédemment, les Usines de Chippis tirent leur énergie de 5 centrales hydro-électriques alimentées par la Navizance, le Rhône, la Borgne et la Dixence, la Tourtemagne et le lac d'Illsee.

Tandis que les centrales de la Navizance et du Rhône sont situées dans l'enceinte même des Usines de Chippis, les 3 autres centrales transmettent leur énergie à Chippis par des lignes de transport.

Captée à Vissoie, dans le Val d'Anniviers, l'eau de la *Navizance* est amenée par une galerie à écoulement libre, puis par 2 conduites forcées sous 567 mètres de chute à la centrale équipée de 15 turbines Pelton. A part 3 petites machines destinées aux services auxiliaires, 1 développe une puissance de 2700 kW et 11 autres 1850 kW chacune. Elles sont accouplées directement à des génératrices à courant continu de 8000 A sous 350 resp. 220 V.


Fig. 8.
Centrale du Rhône: halle de machines.

La centrale du *Rhône* est alimentée par l'eau du Rhône dérivée du fleuve à Loèche-La Souste, conduite en partie dans un canal à ciel ouvert, puis en partie dans une galerie jusqu'au château d'eau d'où 2 conduites forcées de 3 mètres de diamètre la mènent sous une chute de 78 mètres à la centrale. Cette dernière comporte 11 turbines Francis, dont 5 ont une puissance de 5500 kW, 4 développent

3000 kW et 2 plus faibles sont affectées aux services auxiliaires. Des 5 turbines 5500 kW, 2 sont accouplées directement à des génératrices triphasées et chacune des 3 autres entraîne 2 génératrices à courant continu. Chacune des 4 turbines 3000 kW actionne directement 1 génératrice à courant continu. Ainsi dans cette centrale, la majeure partie de la puissance disponible est aussi transformée directement en courant continu.

La centrale de *Bramois*, qui utilise les eaux de la Borgne et de la Dixence sous une chute de 366 mètres, compte 4 turbines Pelton avec génératrices triphasées de 6000 kW chacune. Une accumulation a été réalisée au barrage de Luette et au château d'eau et sert de réserve journalière. L'énergie électrique produite à Bramois est conduite à Chippis par une ligne de transport sous 42 kV.

Les installations hydro-électriques les plus récentes, qui datent de 1924 à 1927, sont celles de l'*Illsee-Turtmann.* Les eaux de l'Illsee, lac d'accumulation dont la capacité de retenue est de 5 à 6 millions de m³ et qui sont pompées en majeure partie de Meretschi pour agrandir son bassin de précipitation naturel, ne sont utilisées que pendant l'étiage et pour les pointes. La centrale d'Oberems est

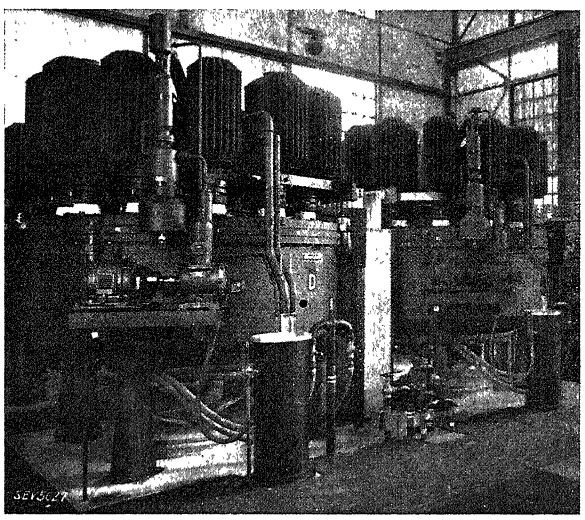


Fig. 9.
Sous-station à mutateurs à vapeur de mercure des Usines de Chippis pour 16 000 à 18 000 A sous 450 V avec réglage automatique à intensité constante par grilles polarisées.

équipée de 2 groupes d'une puissance totale de 8000 kW qui sont alimentés par l'Illsee sous une chute de 985 mètres. L'eau de fuite de cette centrale se mêle à celle de la Tourtemagne captée à la même cote à 3,4 km de là et amenée à Oberems en galerie sous pression. Ces 2 eaux descendent par une chute de 735 mètres sur la centrale de Tourtemagne. Cette centrale dispose de 2 groupes de turbines produisant ensemble 14 000 kW. La liaison électrique entre la station de pompage de Meretschi, la centrale d'Oberems et la centrale de Tourtemagne est effectuée par câbles. L'énergie produite est amenée à Chippis par 2 lignes sous 60 kV courant triphasé.

L'énergie livrée à Chippis y est transformée à 5,5 kV puis amenée dans des sous-stations à moteurs-générateurs ou à mutateurs à vapeur de mercure. Ces sous-stations comportent des moteurs synchrones ou asynchrones, accouplés directement à 1 ou 2 génératrices à courant continu. Chacune d'elles produit 8000 à 8500 A sous 200 à 400 V. Pour les intensités plus élevées, plusieurs de ces génératrices sont couplées en parallèle. La sous-station à mutateurs a pour caractéristiques 16 000 à 18 000 A sous 450 V. Elle est équipée de 4 redresseurs de 12 anodes chacun, travaillant en parallèle et réglés automatiquement à intensité constante par des grilles polarisées.

Les fours à aluminium, dont la construction a été décrite précédemment, travaillent sous une tension d'environ 6 V. C'est pourquoi chaque machine alimente un groupe de fours couplés en série et dont le nombre varie de 30 à 70 par série, selon la tension disponible.

En plus de l'énergie consommée par l'électrolyse, une fabrique d'aluminium absorbe une puissance non négligeable pour ses services auxiliaires. Nous ne citerons ici que la fonderie et l'installation électrique pour la calcination du coke. D'autre part, les laminoirs utilisent beaucoup d'énergie pour leurs nombreux moteurs, ainsi que les fours de traitement thermique des alliages.

Cette importante concentration de production et de consommation d'énergie électrique rend naturel un échange d'énergie avec les centrales hydro-électriques environnantes. C'est ainsi que les Usines de Chippis se sont reliées au réseau des Forces Motrices Bernoises (BKW) par une ligne de tranport franchissant la Gemmi. D'autres lignes de raccordement sont également établies avec la Lonza, l'Energie de l'ouest Suisse, la Dixence et la Dala.

3° Applications de l'aluminium dans l'électrotechnique.

Les diverses installations de la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, en particulier les Usines de Chippis, permirent une large utilisation de l'aluminum dans l'aménagement de leurs stations de couplage et de leurs lignes à haute tension. Employé dès la construction des Usines dans les stations de couplage à haute et basse tensions, ce métal a donné les meilleurs résultats. Les conducteurs de la ligne à haute tension Bramois-Chippis sont également en aluminium pur. En 1924, la construction de la ligne de transport Tourtemagne-Chippis fournit l'occasion d'expérimenter pour la première fois l'«Aldrey», alliage d'aluminium spécialement étudié pour la construction de lignes aériennes, offrant une conductibilité très voisine de celle de l'aluminium jointe à une résistance mécanique bien supérieure. Dès lors, les applications de l'aluminium en électrotechnique créèrent d'importants débouchés sur les marchés indigène et étranger. Il est

utilisé sans cesse sur une plus grande échelle, principalement pour la construction de lignes électriques. La Suisse compte déjà un grand nombre de lignes de transport en Aldrey, aluminium-acier ou aluminium pur[1]). Nous ne citerons ici que la

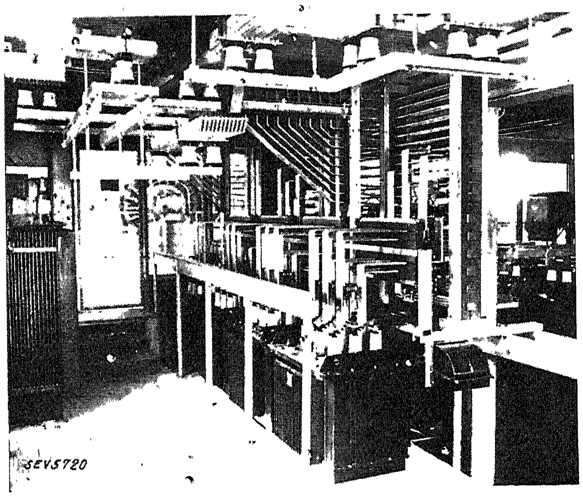


Fig. 10.
Barres de connexions en aluminium d'une station de transformation.

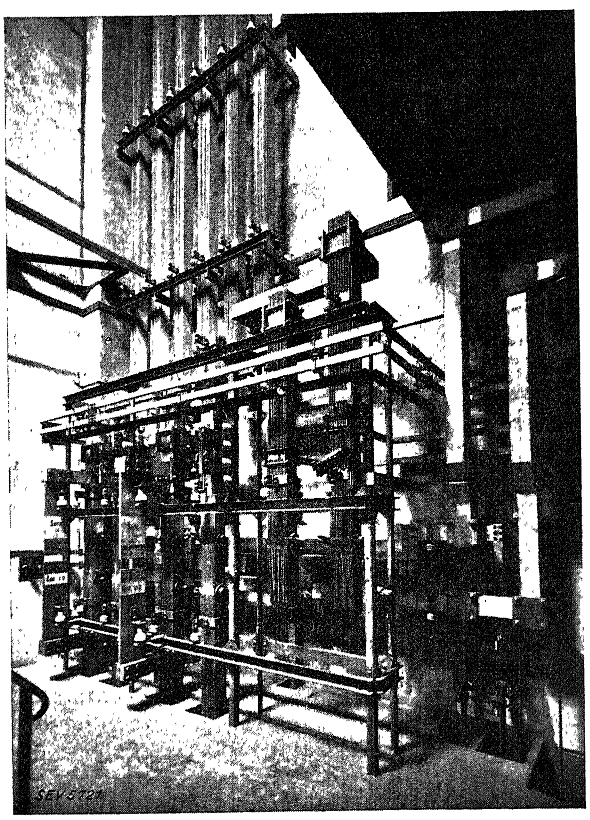


Fig. 11.
Vue partielle d'une station de couplage à haute tension des Usines de Chippis, avec barres en aluminium.

première grande ligne en Aldrey, construite en 1925 par les CFF pour relier Puidoux et Rupperswil sous 132 kV et qui a pleinement répondu à l'attente de ses constructeurs.

Cependant, l'aluminium ne s'est pas limité à jouer en électrotechnique un rôle actif comme conducteur. L'extension récente de ses divers alliages

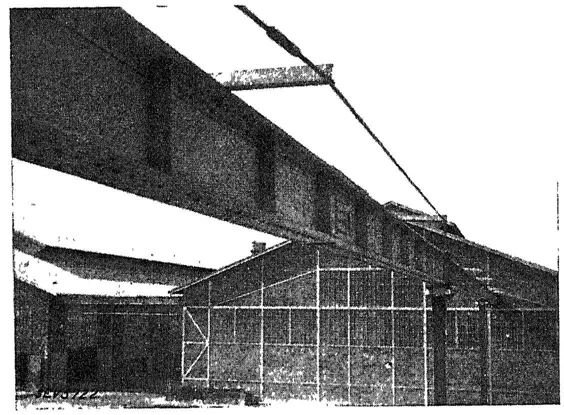


Fig. 12.
Poutrelle en aluminium servant de conducteur pour 18 000 A.

a contribué efficacement à mettre en valeur ses qualités comme matériau de construction mécanique. En Suisse, ces alliages d'aluminium sont ainsi baptisés: Anticorodal, Avional, Aluman, Silumin et Alufont. Les applications de l'aluminium et de ses alliages doivent être appropriées à leurs caractéristiques:

1° Haute conductibilité.
2° Faible densité.
3° Bonnes caractéristiques mécaniques (en particulier des alliages à haute résistance).
4° Alliages de fonderie de coulée facile et à allongement élevé.
5° Facilité d'usinage, pliage et soudage.

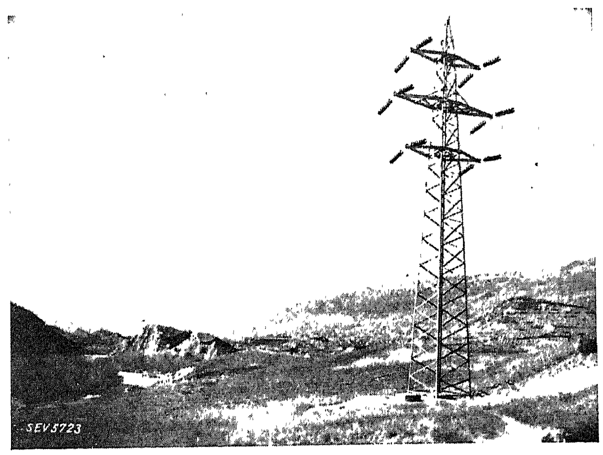


Fig. 13.
Pylône d'amarre de la ligne Tourtemagne-Chippis, la première avec conducteurs en Aldrey.

6° Résistance aux phénomènes de rouille, aux agents chimiques et atmosphériques.
7° Absence de propriétés ferro-magnétiques.
8° Formation de résidus de combustion non-conducteurs.

[1]) Bull. ASE 1934, No. 4, page 99.

Ces propriétés confèrent à l'aluminium un net avantage dans la fabrication de blindages de machines, jougs de porte-balais, cages de moteurs à induit en court-circuit, roues à hélice, carters d'engrenages, couvercles et traverses d'interrupteurs, appareils de radio et de téléphone et dans maint autre domaine.

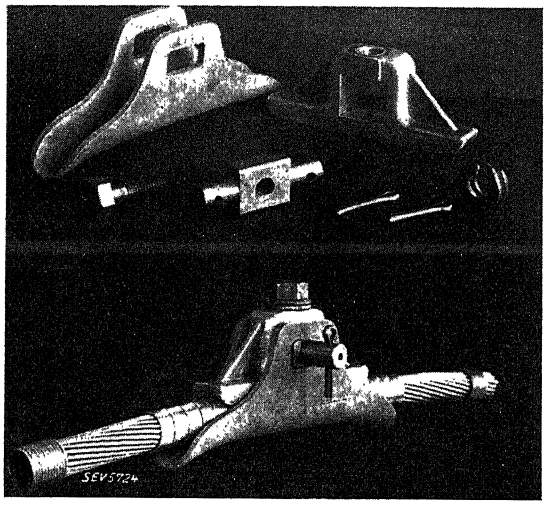


Fig. 14.
Pince de suspension légère et mobile en anticorodal pour lignes aériennes, spécialement pour câbles en aluminium, Aldrey ou aluminium-acier.

Les premières applications de l'aluminium ne donnèrent pas toujours de bons résultats. Les mauvaises expériences étaient presque exclusivement imputables à l'emploi que l'on avait fait de ce nouveau matériau sans tenir compte de ses propriétés particulières: dans des assemblages constructifs conçus pour le cuivre ou le bronze, sans autre, on leur substitua l'aluminium. Signalons par exemple qu'il est important d'éviter dans toutes les installations à air libre, exposées à l'humidité, le contact de l'aluminium et de métaux avec lesquels il se corrode, spécialement le cuivre et les alliages à teneur de cuivre. Presque toutes les traces de corrosion peuvent être attribuées à des attaques électrolytiques entre cuivre et aluminium.

Les fabriques d'aluminium ont à leur service des laboratoires de recherches et d'essais, ainsi que des bureaux d'information qui étudient par tous les moyens la nature de ce métal encore si récent et donnent tous les renseignements utiles, afin de prévenir — dans la mesure du possible — les erreurs, et d'orienter les applications de l'aluminium selon ses propriétés.

Malheureusement, l'utilisation de l'aluminium, le cadet de tous les métaux, ne connaît pas encore en Suisse l'extension qu'elle a prise à l'étranger, en particulier dans les pays pauvres en devises, comme l'Allemagne [2]). Nous ne devons pas ignorer que l'aluminium est le seul métal produit en Suisse, dans la fabrication duquel n'entre qu'un faible pourcentage de matières premières importées, tandis que la majeure partie est tirée du marché et de la main-d'œuvre indigènes. Bien que la Suisse ne recourra pas, comme cela est à espérer, à la prohibition du cuivre ou à d'autres mesures restrictives analogues à celles qui sont décrétées en Allemagne, l'aluminium n'en devrait pas moins jouer un rôle plus important dans notre économie nationale [3]).

[2]) Voir Bull. ASE 1934, No. 14, p. 393.

[3]) L'excursion du 9 septembre 1935 aux Usines de Chippis offrit l'occasion d'assister à la fabrication de tôles, profils, et tubes en alliages d'aluminium et opéra un revirement complet dans l'esprit de nombre de participants pour lesquels l'aluminium n'évoquait encore que l'image d'une casserole cabossée! *(Réd.)*

Zur Begründung der Operatorenrechnung.

Von *Ernst Völlm*, Zollikon.

517.43

Der Autor gibt eine Uebersicht über die Begründung der Operatorenrechnung durch die Laplacesche Transformation und arbeitet die Voraussetzungen heraus, unter denen die Operatorenrechnung angewendet werden darf. Auf Einzelheiten wird nicht näher eingegangen.

L'auteur donne un aperçu des bases du calcul opératoriel par la transformation de Laplace et déduit les conditions à remplir pour pouvoir appliquer ce mode de calcul, sans entrer dans les détails de la méthode.

1. Einleitung.

Die Operatorenrechnung, ein von Heaviside eingeführtes Verfahren zur Integration von Differentialgleichungen, erfreut sich besonders bei den Elektroingenieuren steigender Beliebtheit. Es existieren bereits einige Lehrbücher über diesen Gegenstand. Wie wertvoll diese von Praktikern verfassten Werke hinsichtlich der gebotenen Anwendungsbeispiele auch sind, so befriedigen sie weder den Ingenieur noch den Mathematiker vollständig.

Heaviside selbst hat die Rechenregeln des nach ihm benannten symbolischen Kalküls zum Teil, von Analogien geleitet, ohne Beweis auf intuitivem Wege gewonnen. Andere Autoren haben die Richtigkeit der Ergebnisse der symbolischen Methode für gewisse Typen von Differentialgleichungen nachgewiesen, indem sie die Uebereinstimmung mit den auf klassischem Wege gewonnenen Lösungen feststellten. Dieses Verfahren ist offenbar unbefriedigend, da es weder neue Ergebnisse noch neue Begründungen bekannter Sätze liefert. Wieder andere, um eine selbständige Begründung bemühte Verfasser beweisen gewisse Sätze und wenden sie dann auf viel allgemeinere Fälle an, die den Voraussetzungen des Satzes nicht genügen.

Einwandfrei begründen und leichtfasslich herleiten lassen sich die bekannten Regeln der Operatorenrechnung, seitdem man weiss, dass sie eng mit der Laplaceschen Transformation zusammenhängt. Der Zweck der folgenden Zeilen ist, die Leser dieser

Zeitschrift mit dieser Begründung bekanntzumachen, nicht aber die Methode selbst bis in alle Einzelheiten darzulegen. Ich hoffe, ihnen durch Unterdrückung alles unnützen und verwirrenden Beiwerkes das Eindringen in die Methode zu erleichtern. Es wird sich ergeben, dass der Heaviside-Kalkül keineswegs nur bei Differentialgleichungen der Elektrotechnik angewandt werden kann.

2. Der symbolische Weg, erörtert an einem einfachen Beispiel.

Ist für eine gesuchte Funktion Y einer Unabhängigen x eine Differentialgleichung gegeben, so besteht der symbolische Weg darin, die Ableitungszeichen $\frac{d}{dx}, \frac{d^2}{dx^2}, \cdots \frac{d^n}{dx^n}$ fälschlicherweise aufzufassen als Potenzen $p, p^2, \ldots p^n$ eines Parameters p, für die Ableitungen also zu setzen:

$$\frac{dY}{dx} = p \cdot Y, \quad \frac{d^2Y}{dx^2} = p^2 \cdot Y, \ldots, \frac{d^nY}{dx^n} = p^n \cdot Y \tag{1}$$

Durch diesen Ersatz verschwinden die Ableitungen und wenn die Differentialgleichung weiter keine Funktionen von x enthielt, so ist aus ihr eine gewöhnliche Gleichung zwischen Y und p geworden, die Y als Funktion von p liefert. In Wirklichkeit ist Y eine Funktion von x und es fragt sich, ob auf irgendeine Weise aus der Kenntnis von $Y(p)$ auf $Y(x)$ geschlossen werden kann.

Wir betrachten als Beispiel die Differentialgleichung [1])

$$L \cdot \frac{dY}{dx} + RY = 1$$

des Stromes in einem Stromkreis, bestehend aus einem Widerstand R und einer Selbstinduktion L in Reihe, an den die Spannung 1 angelegt wird. Symbolisch aufgefasst, lautet sie

$$L\,p\,Y + R\,Y = 1$$

und die Funktion $Y(p)$ wird

$$Y(p) = \frac{1}{L\,p + R}$$

Um von hier aus zu der Funktion von x zu gelangen, kann man mit den Symbolikern Y nach negativen Potenzen von p entwickeln und sie als Umkehrungen der Differentiation, als Integrale auffassen, also etwa setzen:

$$\frac{1}{p} = \int_0^x dx = x, \qquad \frac{1}{p^2} = \int_0^x x\,dx = \frac{x^2}{2!}$$

$$\frac{1}{p^n} = \int_0^x \frac{x^{n-1}}{(n-1)!}\,dx = \frac{x^n}{n!}$$

[1]) John R. Carson, Elektrische Ausgleichsvorgänge und Operatorenrechnung, erweiterte deutsche Bearbeitung von Ollendorf und Pohlhausen, Springer 1929.

Auf diese Weise erhält man

$$Y = \frac{1}{Lp\left(1 + \frac{R}{Lp}\right)} = \frac{1}{Lp}\left[1 - \frac{R}{Lp} + \frac{R^2}{L^2p^2} - \ldots + \ldots\right]$$

$$= \frac{1}{Lp} - \frac{R}{(Lp)^2} + \frac{R^2}{(Lp)^3} - \ldots + \ldots$$

$$= \frac{1}{R}\left[\frac{R}{Lp} - \left(\frac{R}{Lp}\right)^2 + \left(\frac{R}{Lp}\right)^3 - \ldots\right]$$

$$= \frac{1}{R}\left[\frac{Rx}{L} - \left(\frac{Rx}{L}\right)^2 \cdot \frac{1}{2!} + \left(\frac{Rx}{L}\right)^3 \cdot \frac{1}{3!} - \ldots\right]$$

Bemerkt man, dass abgesehen vom Anfangsglied der Klammerausdruck entgegengesetzt gleich der Exponentialreihe vom Argument $-\frac{Rx}{L}$ ist, so hat man als gesuchtes Integral

$$Y = \frac{1}{R}\left[1 - e^{-\frac{Rx}{L}}\right]$$

Integriert man die vorgelegte Differentialgleichung auf wohlbekanntem klassischem Wege, so findet man, dass der symbolische Weg das Integral liefert, welches für $x = 0$ verschwindet. Nur dieser Vergleich rechtfertigt bis auf weiteres das symbolische Verfahren und es fragt sich, ob es auch in allgemeineren, näher zu umschreibenden Fällen zulässig ist. Um dies zu untersuchen, müssen wir uns mit der Laplace-Transformation beschäftigen.

3. Die Laplace-Transformation.

Ist eine Funktion $Y(x)$ gegeben im Intervall $0 < x < \infty$, so kann man ihr sogenanntes Laplace-Integral betrachten, nämlich das Gebilde $\int_0^\infty e^{-px} Y(x)\,dx$ wobei p die Rolle eines willkürlichen Parameters spielt. Unter ziemlich allgemeinen Voraussetzungen wird dieses Integral einen Sinn haben beispielsweise für alle $p > 0$. Zu diesen Voraussetzungen, die wir im übrigen nicht näher erörtern, gehört offenbar eine Vorschrift, wonach $Y(x)$ nicht allzu stark unendlich wird, wenn x gegen unendlich strebt. Dann ist das genannte Integral eine Funktion von p (nicht von x), die wir mit $y(p)$ bezeichnen, so dass wir schreiben können:

$$y(p) = \int_0^\infty e^{-px}\,Y(x)\,dx \tag{2}$$

Durch diese Formel wird einer im Intervall $0 < x < \infty$ gegebenen Funktion $Y(x)$ eine bestimmte Funktion $y(p)$ zugeordnet, etwa im Intervall $0 < p < \infty$. Ist umgekehrt $y(p)$ gegeben, so ist durch die Integralgleichung (2) die Funktion $Y(x)$ eindeutig bestimmt, natürlich wiederum unter gewissen Voraussetzungen über die Funktion $y(p)$. Wir nennen $y(p)$ die Transformierte von $Y(x)$ und

die Funktion $Y(x)$ soll die Primitive von $y(p)$ heissen. Durch die Formel (2) werden also Funktionen $Y(x)$ als Primitive und $y(p)$ als Transformierte umkehrbar-eindeutig einander zugeordnet.

Von den Eigenschaften der Laplace-Transformation erwähnen wir zuerst ihre Additivität. Sind nämlich $y_1(p)$ und $y_2(p)$ die Transformierten von $Y_1(x)$ und $Y_2(x)$, so sieht man sofort durch Einsetzen in (2), dass $y_1(p) + y_2(x)$ die Transformierte von $Y_1(x) + Y_2(x)$ ist. Ferner ist offenbar $ay(p)$ die Transformierte von $aY(x)$, wenn a eine Konstante ist. Der Primitiven $aY_1(x) + bY_2(x)$ entspricht also die Transformierte $ay_1(p) + by_2(p)$.

Leitet man die Formel (2) nach p ab, so findet man

$$y'(p) = -\int_0^\infty e^{-px}\, xY(x)\, dx \tag{3}$$

$$y^{(n)}(p) = (-1)^n \int_0^\infty e^{-px}\, x^n\, Y(x)\, dx$$

Nehmen wir unter dem Integralzeichen die Ableitung $Y'(x)$ an Stelle von $Y(x)$, so erhalten wir durch partielle Integration

$$\int_0^\infty e^{-px}\, Y'(x)\, dx = [e^{-px}\, Y]_0^\infty + p\int_0^\infty e^{-px}\, Y\, dx$$

$$= p\int_0^\infty e^{-px}\, Y\, dx - Y(0)$$

Denn für $x = \infty$ hat der Klammerausdruck den Wert 0, wenn die Transformierte von Y existiert. Setzen wir jetzt statt $Y'(x)$ höhere Ableitungen unter das Zeichen, so können wir sie mittels der eben hingeschriebenen Formel schrittweise ersetzen durch die jeweils vorhergehende und wir gelangen zur folgenden grundlegenden Formel:

$$\int_0^\infty e^{-px}\, Y^{(n)}(x)\, dx = p^n \int_0^\infty e^{-px}\, Y(x)\, dx$$
$$- [p^{n-1}\, Y(0) + p^{n-2}\, Y'(0) + \ldots + Y_{(0)}^{(n-1)}] \tag{4}$$

Im ganz besonderen Fall verschwindender Anfangsbedingungen

$$Y(0) = Y'(0) = Y''(0) = \ldots Y_{(0)}^{(n-1)} = 0$$

hat man

$$\int_0^\infty e^{-px} Y^{(n)}(x)\, dx = p^n \int_0^\infty e^{-px}\, Y(x)\, dx = p^n \cdot Y(p)$$

Dann ist also die Transformierte der n-ten Ableitung $Y(x)$ gleich dem p^n-fachen der Transformierten $y(p)$ von $Y(x)$. Der Zusammenhang mit dem symbolischen Verfahren — vgl. Formel (1) — springt in die Augen. Er soll im nächsten Abschnitt näher beleuchtet werden.

Da $\lim_{x=\infty} e^{-px} = 0$ für $p > 0$, wird

$$\int_0^\infty e^{-px}\, dx = \left[-\frac{e^{-px}}{p}\right]_0^\infty = \frac{1}{p}$$

Setzt man $p + \lambda$ an Stelle von p, so wird

$$\int_0^\infty e^{-px} \cdot e^{-\lambda x}\, dx = \frac{1}{p+\lambda}$$

Beide Formeln sind auch gültig, wenn p bzw. $p + \lambda$ zwar komplex, aber von positivem Realteil sind. Diese Voraussetzung sichert das Verschwinden der Exponentialfunktion in eckiger Klammer für $x = \infty$.

Weiter findet man durch partielle Integration, dass

$$\int_0^\infty e^{-px} x^n\, dx = \left[-\frac{e^{-px}\, x^n}{p}\right]_0^\infty + \frac{n}{p}\int_0^\infty e^{-px}\, x^{n-1}\, dx,$$

und da die eckige Klammer für $x = 0$ und $x = \infty$ verschwindet, erhält man schrittweise

$$\int_0^\infty e^{-px} x^n\, dx = \frac{n}{p}\int_0^\infty e^{-px} x^{n-1}\, dx = \ldots$$

$$= \frac{n!}{p^n}\int_0^\infty e^{-px}\, dx = \frac{n!}{p^{n+1}}$$

Setzt man $p + \lambda$ für p, so wird

$$\int_0^\infty e^{-px}\, e^{-\lambda x}\, x^n\, dx = \frac{n!}{(p+\lambda)^{n+1}}$$

Auch diese Formel bleibt richtig, wenn der Realteil eines komplexen $p + \lambda$ positiv bleibt. Wir haben also zusammenfassend folgende zusammengehörige Funktionspaare

Primitive	$Y(x) = 1$	Transformierte	$y(p) = \dfrac{1}{p}$
»	$Y(x) = e^{-\lambda x}$	»	$y(p) = \dfrac{1}{p+\lambda}$ (5)
»	$Y(x) = e^{-\lambda x} x^n$	»	$y(p) = \dfrac{n!}{(p+\lambda)^{n+1}}$

Sind allgemein $Y(x)$ und $y(p)$ einander entsprechend, so hat man nach (3) folgende zusammengehörige Paare

Primitive	$Y(x)$	Transformierte	$y(p)$
»	xY	»	$-y'$ (6)
»	x^2Y	»	$+y''$ usw.

Weiter ist nach Formel (4) $py - Y(0)$ die Transformierte von $Y'(x)$ und $p^2y - pY(0) - Y'(0)$ die Transformierte von $Y''(x)$. Nach Formel (3) muss man die Primitiven mit x, x^2 usw. multiplizieren und die Transformierten nach $-p$ fortgesetzt ableiten, um wieder Paare entsprechender Funktionen zu bekommen. Es entsprechen deshalb einander

Primitive Y'	Transformierte $py - Y(0)$		
» xY'	»	$-y-py'$	
» x^2Y'	»	$2y'+py''$	(6)
. . . .		. . . .	
» Y''	»	$p^2y-pY(0)-Y'(0)$	
» xY''	»	$-p^2y'-2py+Y(0)$	
» x^2Y''	»	$p^2y''+4py'+2y$	

4. Anwendung auf gewöhnliche Differentialgleichungen.

Wir betrachten zunächst als Beispiel die in Abschnitt 2 symbolisch gelöste Differentialgleichung

$$L\frac{dY}{dx} + RY = 1$$

der wir die Anfangsbedingung $Y(0) = A$ auferlegen. Da nach (4) und (5) den Primitiven Y, $\frac{dY}{dx}$ und 1 die Transformierten y, $py - A$ und $\frac{1}{p}$ entsprechen, wird aus ihr, wenn wir beiderseits die Laplace-Transformation anwenden, die algebraische Gleichung

$$Lyp - LA + Ry = \frac{1}{p}$$

die, nach y aufgelöst,

$$y = \frac{pA + 1/L}{p\,(p + R/L)} \tag{7}$$

ergibt.

Die erste Ableitung wird hier nicht symbolisch, sondern wirklich durch das p-fache der Funktion selbst ersetzt. Aber zugleich tritt an Stelle der Primitiven die Transformierte. In der Tat wird ja eine Differentialgleichung, trotz Beibehaltung der Bezeichnung, nach dem Symbolisieren eine neue Funktion der neuen Variablen p definieren. In den Fällen, wo der symbolische Weg zum Ziele führt, wird die an dieser Stelle begangene Konfusion wettgemacht durch eine weitere «symbolische» Handlung, den Uebergang von der Funktion von p zur Funktion von x. Weiter ist zu beachten, dass durch die Transformation der Ableitung $\frac{dY}{dx}$ die Anfangsbedingung $Y(0) = A$ in die transformierte Gleichung eingeht. Enthielte die Differentialgleichung noch höhere Ableitungen mit konstanten Koeffizienten, so würde kraft Formel (4) in die transformierte Gleichung ein Polynom von p eingehen, dessen Koeffizienten von den Anfangsbedingungen abhängen. Beim symbolischen Weg sind diese Anfangsbedingungen implizite als *0* angenommen. Zieht man noch in Betracht, dass beim Symbolisieren der obigen Differentialgleichung die Konstante 1 unverändert bleibt, während sie beim Transformieren in $\frac{1}{p}$ übergeht, so kann man sagen, dass die aus der symbolisierten Gleichung $LYp + RY = 1$ gewonnene Funktion $Y = \frac{1}{Lp+R}$ das p-fache der durch Transformation erhaltenen Funktion $y(p)$ ist, wenn die Anfangsbedingung 0 ist.

Nachdem wir durch Transformation der Differentialgleichung y als Funktion von p bestimmen konnten, haben wir jetzt noch zur bekannten Funktion (7) die Primitive zu suchen. Mit Rücksicht auf die additive Eigenschaft der Transformation liegt es nahe, sie zu diesem Zwecke in Partialbrüche zu zerlegen. In bekannter Weise erhalten wir dabei

$$y = \frac{1}{Rp} + \frac{A - 1/R}{p + R/L}$$

Nach (5) kennen wir die Primitiven beider Summanden und haben darum

$$Y(x) = \frac{1}{R} + \left(A - \frac{1}{R}\right)e^{-\frac{Rx}{L}}$$

Setzt man hier $A = 0$, so erscheint die Lösung des Abschnittes 2 als Sonderfall.

Der hier befolgte Lösungsgang lässt sich allgemein wie folgt schildern: Gegeben ist eine Differentialgleichung der Funktion Y vom Argument x. Durch Transformation wird aus ihr möglicherweise eine einfachere und lösbare Gleichung zwischen der Transformierten und dem Argument p. Insbesondere wird die transformierte Gleichung dank Formel (4) keine Ableitungen mehr enthalten, wenn die Ableitungen nur als Summanden mit konstanten Koeffizienten auftreten. Dann kann man diese gewöhnliche Gleichung zwischen y und p nach y auflösen und hat $y(p)$ als bekannte Funktion von p gefunden. Die transformierte Gleichung kann auch wieder eine Differentialgleichung der transformierten Funktion $y(p)$ sein. Dies wird z. B. der Fall sein, wenn die gegebene Differentialgleichung linear ist mit Koeffizienten von der Form $K \cdot x^n$, wie Tabelle (6) zeigt. Sind die Koeffizienten oder die ganze Differentialgleichung komplizierter, so wird die Transformation möglicherweise undurchführbar und man wird auf die Methode verzichten. Es ist aber zu beachten, dass die symbolische Methode schon in Fällen versagen kann, wo die Transformationsmethode anwendbar bleibt. Hat etwa die gegebene Differentialgleichung von x abhängige Funktionen als Koeffizienten, so enthält die symbolisierte Gleichung ausser der Funktion Y und p auch noch x und es ist durchaus unklar, wie eine solche Gleichung symbolisch weiter zu behandeln ist.

In allen Fällen, wo die Transformation gelingt, folgt als zweiter Schritt die Bestimmung der Funktion $y(p)$, was in den oben betrachteten Fällen auf die Auflösung einer gewöhnlichen Gleichung oder einer neuen Differentialgleichung hinausläuft. Jetzt verbleibt noch die Aufgabe, zu der bekannten Transformierten $y(p)$ die zugehörige Primitive $Y(x)$ zu bestimmen. Ihre Lösung, nämlich die Auflösung der Integralgleichung (2), wird, wie das gewöhnliche Integrieren, manchmal durch die additive Eigenschaft der Laplace-Transformation erleichtert. Denn ist $y(p)$ eine Summe einfacherer Funktionen

von p, so genügt es, die Primitiven der einzelnen Summanden zu bestimmen, um in deren Summe die Primitive von $y(p)$ zu besitzen. Es kommt jetzt darauf an, eine Sammlung elementarer Funktionen $F(x)$ anzulegen, für die man $\int_0^\infty e^{-px} F(x)\,dx$ zu berechnen weiss. Jedes Integral dieser Art verschafft uns die Kenntnis einer Funktion und ihrer Transformierten, bzw. ihrer Primitiven. Einige Beispiele solcher zusammengehöriger Funktionspaare haben wir unter (5) im Abschnitt 3 kennen gelernt. Umfangreichere Verzeichnisse solcher Paare finden sich am Schlusse des zitierten Carsonschen Buches und in dem Werk von Pierre Humbert: Le calcul symbolique (Verlag Hermann & Co., Paris 1934), das eine klare, leichtfassliche und knappe Darstellung der symbolischen Rechenregeln gibt.

Die in diesem Abschnitt dargelegte Lösung des einfachen Beispiels ist eine Anwendung des «expansion theorem» von Heaviside, das im Lichte der Laplace-Transformation auf natürlichste Weise begründet werden kann. Es bezieht sich auf lineare homogene Differentialgleichungen n-ter Ordnung mit konstanten Koeffizienten, also auf Gleichungen von der Form

$$a_n Y^{(n)}(x) + a_{n-1} Y^{(n-1)}(x) \dots + a_1 Y'(x) + a_0 Y(x) = 0 \tag{8}$$

Durch Laplace-Transformation wird aus ihr bei Anwendung von Formel (4)

$$\begin{aligned} a_n p^n \cdot y(p) + a_{n-1} p^{n-1} y(p) + \dots \\ + a_1 p\, y(p) + a_0\, y(p) - P_{n-1}(p) = 0 \end{aligned}$$

wo $P_{n-1}(p)$ ein Polynom höchstens $(n\text{-}1)$-ten Grades in p ist, das von den Anfangsbedingungen herrührt. Löst man nach y auf, so erhält man

$$y(p) = \frac{P_{n-1}(p)}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0}$$

Nun lässt sich eine solche rationale Funktion, deren Nennergrad den Zählergrad um mindestens 1 übertrifft, in bekannter Weise in Partialbrüche zerlegen. Sind $p_1, p_2, \dots p_n$ die einfachen Nullstellen des Nenners, so hat die Zerlegung die Form

$$y(p) = \frac{\text{Const}}{p - p_1} + \frac{\text{Const}}{p - p_2} + \dots + \frac{\text{Const}}{p - p_n}$$

Ist eine Wurzel p_j 2- oder k-fach, so treten noch Summanden $\frac{\text{Const}}{(p-p_j)^2}$, $\frac{\text{Const}}{(p-p_j)^k}$ auf. Zu jedem dieser einzelnen Summanden wissen wir die Primitive zu finden. Nach (5) wird also im Falle nur einfacher Nullstellen des Nenners die Differentialgleichung (8) als Lösung eine Summe von Exponentialfunktionen haben

$$Y(x) = \sum \text{Const}\ e^{p_j x} \tag{9}$$

Die p_j dürfen auch komplex sein. Im Falle mehrfacher Nullstellen enthält die Lösung noch Summanden von der Form Const. $e^{p_j x} \cdot x$, Const. $e^{p_j x} \cdot x^2$ usw.

Das klassische Integrationsverfahren für die Differentialgleichung (8) besteht bekanntlich darin, die Lösung e^{px} zu probieren, was zu einer algebraischen Gleichung für p führt. Die so gefundene allgemeine Lösung hat natürlich die Form (9). Abgesehen vom Wert des Transformationsverfahrens als neuer, selbständiger Integrationsprozess, kann es im Falle einfacher Anfangsbedingungen Rechenvorteile bieten, da diese Bedingungen sofort berücksichtigt werden.

Die Differentialgleichung (8) kann nach dem Transformationsverfahren auch dann behandelt werden, wenn rechts statt der Null eine Funktion von x steht, nur muss diese Funktion mittransformiert werden. Es ist möglich, dass dann $y(p)$ keine rationale Funktion mehr ist.

5. Reihenentwicklungen.

Wir haben im zweiten Abschnitt eine Differentialgleichung symbolisch und mittels Reihenentwicklungen integriert. Den Wahrheitsgehalt dieses Verfahrens können wir abschätzen, indem wir von der wiederholt benützten Formel (4) ausgehen. Sie kann geschrieben werden:

$$p^n \int_0^\infty e^{-px}\, Y(x)\, dx = Y(0)\, p^{n-1} + Y'(0)\, p^{n-2} + \dots + Y^{(n-1)}_{(0)} + \int_0^\infty e^{-px}\, Y^{(n)}_{(x)}\, dx$$

Dividieren wir beiderseits durch p^{n-1} und beachten wir, dass das Integral zur Linken die Transformierte $y(p)$ von $Y(x)$ ist, so wird

$$p\, y(p) = \left[Y(0) + Y'(0) \cdot \frac{1}{p} + \dots + Y^{n-1}_{(0)} \cdot \frac{1}{p^{n-1}} \right] + \frac{1}{p^{n-1}} \int_0^\infty e^{-px}\, Y^{(n)}_{(x)}\, dx$$

Lassen wir n gegen ∞ streben, so wird aus dem Ausdruck in eckiger Klammer eine unendliche Reihe. Strebt dabei von einem genügend grossen p an das Restglied $\frac{1}{p^{n-1}} \int_0^\infty e^{-px}\, Y^{(n)}_{(x)}\, dx$ gegen 0, so haben wir für die Funktion $py(p)$ die Entwicklung nach Potenzen von $\frac{1}{p}$:

$$p\, y(p) = Y(0) + Y'(0) \cdot \frac{1}{p} + Y''(0) \cdot \frac{1}{p^2} + \dots$$

Unsere Aufgabe ist, zu der durch Transformation einer Differentialgleichung gewonnenen bekannten Funktion $y(p)$ die Primitive $Y(x)$ zu bestimmen.

Wenn nun die ebenfalls bekannte Funktion py in eine Reihe von Potenzen von $\frac{1}{p}$ entwickelbar ist, die für genügend grosse p konvergiert, so sind ihre Koeffizienten eindeutig bestimmt und vermöge der eben hingeschriebenen Formel sind sie gleich den Anfangswerten $Y(0)$ aber nur falls das oben hingeschriebene Restglied für genügend grosse p gegen 0 strebt, wenn n gegen ∞ geht. Stellt man jener Entwicklung jene der Primitiven nach Potenzen von x gegenüber:

$$Y(x) = Y(0) + Y'(0)\frac{x}{1} + Y''(0)\frac{x^2}{2!} + Y'''(0)\frac{x^3}{3!} + \dots$$

so erkennt man, dass aus der Entwicklung von $py(p)$ nach Potenzen von $\frac{1}{p}$ jene der Primitiven nach Potenzen von x hervorgeht, indem man in der ersten $\frac{1}{p^n}$ ersetzt durch $\frac{x^n}{n!}$.

Wie gesagt ist dieses Verfahren zulässig, falls die Entwicklung von py für genügend grosse p konvergiert und das Restglied gegen 0 strebt für $n = \infty$. Schwierigkeiten macht besonders die zweite Voraussetzung, da sie sich auf die gesuchte Funktion bezieht. Soll deshalb eine Differentialgleichung durch Reihen gelöst werden, so wird man py nach Potenzen von $\frac{1}{p}$ entwickeln und dann $\frac{1}{p^n}$ durch $\frac{x^n}{n!}$ ersetzen. Ist die Reihe py für genügend grosse p konvergent, so wird die von x abhängige Reihe für jedes x konvergieren (Cauchy-Hadamardscher Satz über den Konvergenzradius), also eine Funktion $Y(x)$ definieren, von der man nachzuweisen hat, dass für sie das Restglied gegen 0 strebt. Dann ist man sicher, dass $Y(x)$ der vorgelegten Differentialgleichung genügt. Ohne sich um das Restglied zu kümmern, kann man aber auch direkt durch Einsetzen der Reihe $Y(x)$ in die Differentialgleichung nachprüfen, ob sie eine Lösung ist. So wird man insbesondere verfahren, wenn $Y(x)$ für grosse $|x|$ nicht konvergiert, wenn also $py(p)$ eine divergente Entwicklung hat.

6. Anwendung auf partielle Differentialgleichungen.

Die Unbekümmertheit gewisser Symboliker (vgl. das zitierte Werk von Carson) in der Uebertragung ihrer Rechenregeln auf partielle Differentialgleichungen ist unzulässig. Dagegen kann man ohne weiteres die Laplace-Transformation auf solche Gleichungen anwenden. Das Verfahren sei an einem Beispiel erörtert [2]).

$$R\,I(x,t) = -\frac{\partial U(x,t)}{\partial x} \qquad C\cdot\frac{\partial U(x,t)}{\partial t} = -\frac{\partial I(x,t)}{\partial x}$$

sind die Differentialgleichungen eines unendlich-langen, induktionsfreien Kabels mit der Längenkoordinate $0 < x < \infty$ und der Zeit t als Unabhängigen. I ist der Strom, U die Spannung, R der verteilte Widerstand und C die verteilte Kapazität. Das System sei zu integrieren mit den Randbedingungen $U(0,t) = 1$, $\lim U(x,t) = 0$ gleichmässig für $x = \infty$ und der Anfangsbedingung $U(x,0) = 0$.

Wir wenden die Laplace-Transformation bezüglich der Zeit t an und bezeichnen die Transformierten mit $i\,(x,p)$ bzw. $u\,(x,p)$. Wegen (4) ist die Transformierte von $\frac{\partial U}{\partial t}$ gleich $pu\,(x,p) - U\,(x,0)$ und da $U\,(x,0) = 0$ ist, hat man das transformierte System

$$Ri = -\frac{\partial u}{\partial x} \qquad p\cdot C\cdot u = -\frac{\partial i}{\partial x}$$

mit den transformierten Bedingungen

$$u\,(0,p) = \int_0^\infty e^{-pt}\cdot 1\cdot dt = \frac{1}{p}$$

$$u(\infty,p) = \lim_{x=\infty} \int_0^\infty U(x,t)\,e^{-pt}\,dt = 0$$

Indem man die beiden Gleichungen nach x ableitet, kann man je eine der Funktionen eliminieren und das Ergebnis ist:

$$C\,R\,p\,i = \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} \qquad C\,R\,p\,u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Beide Differentialgleichungen sind zweiter Ordnung und enthalten nur eine Unabhängige x. Das allgemeine Integral der zweiten ist bekanntlich

$$u(x,p) = D_1(p)\,e^{x\sqrt{CRp}} + D_2(p)\,e^{-x\sqrt{CRp}}$$

mit Integrationskonstanten $D_1(p)$ und $D_2(p)$, die von p abhängen können. Mit Rücksicht auf die zweite Randbedingung muss $D_1 = 0$ sein und die erste zeigt, dass $D_2(p) = \frac{1}{p}$ ist. So bekommt man

$$u\,(x,p) = \frac{1}{p}\cdot e^{-x\sqrt{CRp}}$$

und

$$i\,(x,p) = -\frac{1}{R}\,\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{p}\sqrt{CRp}\cdot e^{-x\sqrt{CRp}}$$

oder

$$i\,(x,p) = \sqrt{\frac{C}{Rp}}\cdot e^{-x\sqrt{CRp}}$$

Wir haben noch die zugehörige Primitive zu suchen. Diese Aufgabe ist sofort gelöst, wenn man weiss, dass [3])

$$\int_0^\infty \frac{e^{-pt}\,e^{-\frac{\lambda}{t}}\,dt}{\sqrt{\pi t}} = \frac{e^{-2\sqrt{\lambda p}}}{\sqrt{p}}$$

[2]) Carson, a. a. O. S. 46/48. Man vergleiche die dortige undurchsichtige, mehreren Einwänden rufende Behandlung mit der obigen zwanglosen und klaren Ableitung. Insbesondere beachte man die unzulässige Behandlung der Anfangs- und Randbedingungen bei Carson.

[3]) Vgl. Carson, Integraltafel am Schluss des Werkes, Beispiel (g).

Setzen wir $x\sqrt{CRp}=2\sqrt{\lambda p}$, also $\lambda=\frac{x^2 CR}{4}$, so finden wir die Primitive

$$I\,(x,t) = \sqrt{\frac{C}{\pi R}}\cdot\frac{e^{-\frac{x^2 CR}{4}}}{\sqrt{t}}$$

Man beachte die bedeutende Vereinfachung der Aufgabe infolge der Transformation, die die partiellen Differentialgleichungen mit zwei Unabhängigen in gewöhnliche mit einer überführt.

7. Schlussbemerkungen.

Wenn es zwar gelingt, die transformierte Gleichung zu lösen, nicht aber zu $y(p)$ die Primitive $Y(x)$ zu bestimmen, so wird man versuchen, wenigstens das asymptotische Verhalten von $Y(x)$ aufzuklären, d. h. das Verhalten der Funktion für x in der Umgebung von 0 oder ∞. Solche Untersuchungen funktionentheoretischer Natur sind ziemlich subtil. Ohne auf sie einzugehen, weisen wir darauf hin, dass sie besonders von G. Doetsch gefördert wurden, dem auch um die Aufdeckung des Zusammenhanges zwischen Symbolismus und Laplace-Transformation besondere Verdienste zukommen [4]). Dadurch wurde der Symbolismus seiner Mystik entkleidet, auf solide Grundlage gestellt und zugleich verallgemeinert auf Fälle nicht verschwindender Anfangsbedingungen. Besser als vom symbolischen Verfahren wird man von der Transformationsmethode sprechen. Sie ist eine Methode unter vielen zur Auflösung von Differentialgleichungen. Einer ihrer Vorteile besteht darin, dass sie die durch die Anfangsbedingungen eindeutig bestimmte Lösung ohne den Umweg über das allgemeine Integral liefert. Dass sie Aufgaben wesentlich zu vereinfachen gestattet, dürfte besonders das Beispiel von Abschnitt 6 gezeigt haben.

[4]) G. Doetsch, Die Anwendung von Funktionaltransformationen in der Theorie der Differentialgleichungen und die symbolische Methode, Jahresberichte der deutschen Mathematiker-Vereinigung, 43. Bd. 1934, Heft 9/12, S. 238 u. f.

G. Doetsch, Sätze von Tauberschem Charakter im Gebiet der Laplace- und Stieltjes-Transformation, Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, math.-phys. Klasse, 1930. X.

Ueber die maximale mechanische, thermische und elektrische Belastbarkeit von Bimetallen.

Von *Enrico Erni*, Solothurn.

621.315.554

Der Verfasser untersucht die Spannungsverhältnisse im Innern eines Bimetallstreifens, leitet Gesichtspunkte für die Wahl der Metallegierungen ab und berechnet schliesslich die höchstzulässige Temperatur, Kraft und Stromstärke, die das Bimetall ohne Schaden noch zu ertragen vermag.

L'auteur étudie les conditions de tension à l'intérieur d'une lame bimétallique, en déduit des considérations pour le choix des alliages et calcule les températures, efforts et courants maximum que peut supporter la lame sans subir aucun dommage.

Bimetall wird im Apparatebau gerne zur Messung und Steuerung thermisch bedingter Vorgänge verwendet. Die Genauigkeit hängt in erster Linie von der Reproduktion des Nullpunktes ab. Darunter versteht man die Fähigkeit, immer wieder nach erfolgter Belastung und Entlastung, in den Nullpunkt zurückzukehren. Sie wird verbessert durch thermische Behandlung vor dem Einbau (Alterung) und durch Vermeidung von überelastischen Deformationen während des Betriebes.

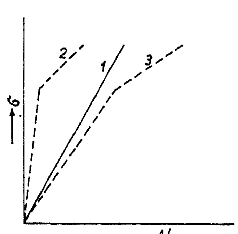


Fig. 1.
1 federnde Dehnung.
2 bleibende „
3 gesamte „

In jedem Bimetallkatalog sind Angaben zu finden, wie diese künstliche Alterung durchzuführen ist. Sie bezweckt, durch Ausglühen eine Stabilisierung des Zustandes und der elastischen Eigenschaften, die sonst während des Betriebes stattfinden würde [1]). Empfehlenswert ist auch, das Bimetall wiederholt mechanischen Beanspruchungen, die praktisch im Betrieb vorkommen, zu unterwerfen. Dadurch bleiben nur die federnden Deformationen wirksam (Fig. 1). Wie wichtig eine fachgemässe Alterung ist, lässt sich im Laufe dieser Untersuchung zeigen.

Es ist selbstverständlich, dass die Temperatur nicht nur eine Durchbiegung des Bimetalls, sondern auch innere Spannungen hervorruft, deren Maximalwerte, wie bereits betont, die zulässigen Grenzen nicht überschreiten dürfen.

Sie sollen nun unter folgenden Annahmen berechnet werden:

1. dass auf das Bimetall nur die Temperatur wirkt,
2. dass das Bimetall als einen einseitig eingespannten Balken angesehen wird,
3. dass das Bimetall bei Raumtemperatur (20° C) spannungslos und gerade ist, d. h. dass alle Fasern der beiden Metallschichten gleiche Länge besitzen,
4. dass vor und nach der Deformation ebene Querschnitte eben bleiben,
5. dass die elastische Linie durch einen Kreisbogen ersetzt werden darf [2]),
6. dass das Hookesche Gesetz gültig ist.

Es bedeuten:

die Indices 1 und 2 die Zugehörigkeit der betreffenden Grössen zu den Komponenten mit dem grössern, bzw. mit dem kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten,

a die Länge der neutralen Schichten der Komponenten 1 und 2 vor den Erwärmungen,

[1]) M. J. Colonna-Ceccaldi: Note sur l'utilisation des bilames comme moteur thermique. Electricité, mai 1936.

[2]) Acieries d'Imphy. Note sur les bilames de précision.

v die Länge der neutralen Schicht der Komponente 1 nach der Erwärmung,
u die Länge der neutralen Schicht der Komponente 2 nach der Erwärmung,
$E_1\,E_2$ die Elastizitätsmodule,
$\alpha_1\,\alpha_2$ die Wärmeausdehnungskoeffizienten,
h den Abstand zwischen den neutralen Schichten,
ϱ den Krümmungsradius,
ϑ die Temperatur,
$\sigma_{1Z}\,\sigma_{2Z}\,\sigma_{1D}\,\sigma_{2D}$ Zug und Druckspannungen der Komponenten 1 und 2, Bedeutung der übrigen Symbole nach Fig. 2.

Es ist:

$$v = a\,(1 + \alpha_1\vartheta) \tag{1}$$

$$u = a\,(1 + \alpha_2\vartheta) \tag{2}$$

$$\varphi\varrho = u = a(1 + \alpha_2\vartheta)\,;\ \varphi(\varrho + h) = v = a(1 + \alpha_1\vartheta)$$

$$\varphi = \frac{a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}{\varrho} = \frac{a\,(1 + \alpha_1\,\vartheta)}{\varrho + h}$$

$$\varrho = \frac{h\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}{(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta} \tag{3}$$

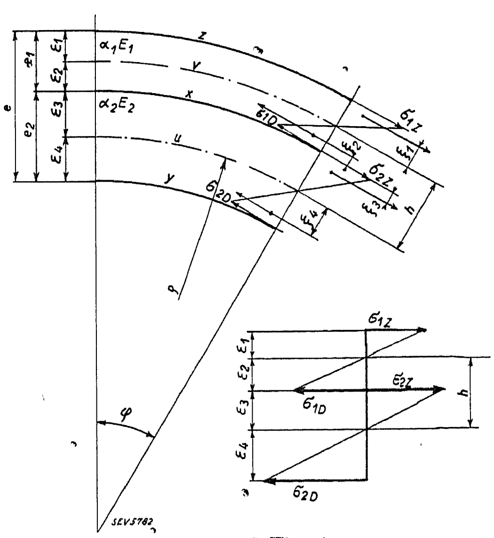


Fig. 2 und Fig. 3.

Laut Hookschem Gesetz gilt

$$\frac{\Delta l}{l}\,E_2 = \frac{x - u}{u}\,E_2 = \sigma_{2Z} \tag{4}$$

$$\frac{x}{\varrho + \varepsilon_3} = \frac{a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}{\varrho}\,;\ x = \frac{a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)\,(\varrho + \varepsilon_3)}{\varrho}$$

$$\frac{a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)\,(\varrho + \varepsilon_3) - \varrho\,a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}{\varrho\,a\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}\,E_2 = \sigma_{2Z}$$

$$\frac{\varepsilon_3\,E_2}{\varrho} = \sigma_{2Z} \tag{5}$$

ϱ aus Gl. 3 eingesetzt, ergibt

$$\frac{\varepsilon_3\,(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta}{h\,(1 + \alpha_2\,\vartheta)}\,E_2 = \sigma_{2Z} \tag{6}$$

oder, da

$$1 + \alpha_2\,\vartheta \cong 1\,;\quad \varepsilon_3\,\frac{(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta}{h}\,E_2 = \sigma_{2Z} \tag{7}$$

Dementsprechend ergeben sich für die andern Spannungen die Werte

$$\frac{-\varepsilon_4\,(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta}{h}\,E_2 = \sigma_{2D} \tag{8}$$

$$\frac{\varepsilon_1\,(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta}{h}\,E_1 = \sigma_{1Z} \tag{9}$$

$$\frac{-\varepsilon_2\,(\alpha_1 - \alpha_2)\,\vartheta}{h}\,E_1 = \sigma_{1D} \tag{10}$$

Ferner aus den Gleichgewichtsbedingungen $\Sigma P = 0$ und $\Sigma M = 0$ und aus dem geometrischen Verhältnis findet sich:

$$\varepsilon P = \sigma_{1Z}\frac{\varepsilon_1}{2} + \sigma_{2Z}\frac{\varepsilon_3}{2} - \sigma_{1D}\frac{\varepsilon_2}{2} - \sigma_{2D}\frac{\varepsilon_4}{2} = 0 \tag{11}$$

$$\varepsilon M = \sigma_{1Z}\frac{\varepsilon_1}{2}(\xi_1 + \varepsilon_2) - \sigma_{2Z}\frac{\varepsilon_3}{2}\,\xi_2 - \sigma_{1D}\frac{\varepsilon_2}{2}\,\xi_3$$

$$+ \sigma_{2D}\frac{\varepsilon_4}{2}(\xi_4 + \varepsilon_3) = 0 \tag{12}$$

$$\xi_1 = \frac{2}{3}\,\varepsilon_1\,;\ \xi_2 = \frac{1}{3}\,\varepsilon_2\,;\ \xi_3 = \frac{1}{3}\,\varepsilon_3\,;\ \xi_4 = \frac{2}{3}\,\varepsilon_4$$

$$h = \varepsilon_3 + \varepsilon_4 \tag{13}$$

$$e_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \tag{14}$$

$$e_2 = \varepsilon_3 + \varepsilon_4 \tag{15}$$

Aus den Gl. (7) bis (15) lassen sich die unbekannten σ_{1Z}, σ_{2Z}, σ_{1D}, σ_{2D}, ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, h ausrechnen. Einfachheitshalber führt man Vereinfachungen ein unter Benützung bekannter Tatsachen und unter gleichzeitiger Einführung des Doublierungsverhältnisses:

$$\psi = \frac{e_1}{e_2} \tag{16}$$

Aus der Ableitung der elastischen Linie ergibt sich:

$$h = \frac{2}{3}\,e\left[1 + \frac{(E_2\,e_2^2 - E_1\,e_1^2)^2}{4\,e\,e_1\,e_2\,E_1\,E_2}\right]$$

$$e_1 + e_2 = e \tag{17}$$

$$e_1 = \frac{\psi\,e}{\psi + 1} \tag{18}$$

$$e_2 = \frac{e}{\psi + 1} \tag{19}$$

$$h = \frac{2}{3}\,e\left[1 + \frac{(E_2 - \psi^2\,E_1)^2}{4\,\psi\,E_1\,E_2\,(\psi + 1)^2}\right] \cong \frac{2}{3}\,e \tag{20}$$

ebenfalls aus der sinngemässen Verteilung der Spannungen (Fig. 3) folgt:

$$\sigma_{1D}\,\varepsilon_2 + \sigma_{2D}\,\varepsilon_4 = \sigma_{1Z}\,\varepsilon_3 + \sigma_{2Z}\,\varepsilon_1$$

$$\varepsilon_2^2\,E_1 + \varepsilon_4^2\,E_2 = \varepsilon_3^2\,E_3 + \varepsilon_1^2\,E_1$$

$$\varepsilon_2 + \varepsilon_3 = h \qquad \varepsilon_3 = h - \varepsilon_2$$

$$\varepsilon_2 + \varepsilon_1 = e \qquad \varepsilon_1 = e_1 - \varepsilon_2 = e_1 - h + \varepsilon_3$$

$$\varepsilon_3 + \varepsilon_4 = e_2 \qquad \varepsilon_4 = e_2 - \varepsilon_3$$

$$(h - \varepsilon_3)^2 E_1 + (e_2 - \varepsilon_3)^2 E_2 = \varepsilon_3^2 E_2 + (e_1 - h - \varepsilon_3)^2 E_1$$

$$e_2^2 E_1 - e_1^2 E_1 + 2\, h\, e\, E_1 = 2\, e_2\, \varepsilon_3\, E_2 + 2\, e_1\, \varepsilon_3\, E_1$$

Schliesslich erhält man unter Berücksichtigung der Gl. (18), (19), (20):

$$\frac{e}{2} \frac{\frac{E_2}{\psi+1} - \psi^2 \frac{E_1}{\psi+1} + \frac{4}{3} E_1 \psi}{E_2 + \psi E_1} = \varepsilon_3 \qquad (21)$$

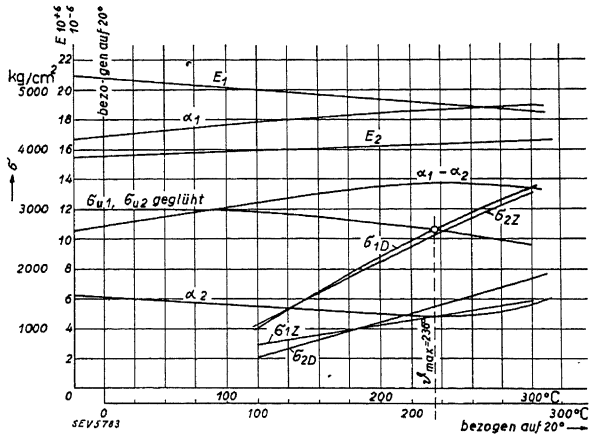


Fig. 4.

Die Spannungen ergeben sich somit zu

$$\sigma_{2Z} = \frac{3}{2} \frac{\frac{E_2}{\psi+1} - \psi^2 \frac{E_1}{\psi+1} + \frac{4}{3} E_1 \psi}{2\,(E_2 + \psi E_1)} \cdot (\alpha_1 - \alpha_2)\, \vartheta\, E_2 \qquad (22)$$

$$\sigma_{2D} = -\frac{3}{2}\left[\frac{1}{\psi+1} - \frac{\frac{E_2}{\psi+1} - \psi^2 \frac{E_1}{\psi+1} + \frac{4}{3} E_1 \psi}{2\,(E_2 + \psi E_1)}\right] (\alpha_1 - \alpha_2)\, \vartheta\, E_2 \qquad (23)$$

$$\sigma_{1Z} = \frac{3}{2}\left[\frac{\psi}{\psi+1} - \frac{2}{3} + \frac{\frac{E_2}{\psi+1} - \psi^2 \frac{E_1}{\psi+1} + \frac{4}{3} E_1 \psi}{2\,(E_2 + \psi E_1)}\right] (\alpha_1 - \alpha_2)\, \vartheta\, E_1 \qquad (24)$$

$$\sigma_{1D} = -\frac{3}{2}\left[\frac{2}{3} - \frac{\frac{E_2}{\psi+1} - \psi^2 \frac{E_1}{\psi+1} + \frac{4}{3} \psi E_1}{2\,(E_2 + \psi E_1)}\right] (\alpha_1 - \alpha_2)\, \vartheta\, E_1 \qquad (25)$$

Sie sind also von der Dicke unabhängig.

In Tabelle I sind für einen bestimmten Fall diese Spannungen in kg/cm² ausgerechnet und im Diagramm Fig. 4 dargestellt.

Tabelle I.

$\psi = 0{,}86$; $\psi^2 = 0{,}74$; $e = 0{,}5$ mm; $e_1 = 0{,}23$ mm; $e_2 = 0{,}27$ mm; $h = 0{,}333$ mm

ϑ*		100°	200°	280°
E_1	kg/cm²	$2 \cdot 10^6$	$1{,}92 \cdot 10^6$	$1{,}86 \cdot 10^6$
E_2	kg/cm²	$1{,}6\ 10^6$	$1{,}64 \cdot 10^6$	$1{,}69 \cdot 10^6$
$\alpha_1 - \alpha_2$		$12{,}4 \cdot 10^{-6}$	$13{,}7 \cdot 10^{-6}$	$13{,}5 \cdot 10^{-6}$
ε_3	mm	0,180	0,175	0,173
ε_2	mm	0,133	0,158	0,160
ε_1	mm	0,097	0,072	0,070
ε_4	mm	0,090	0,095	0,097
σ_{1Z}	kg/cm²	720	1135	1480
σ_{2Z}	kg/cm²	1080	2350	3300
σ_{1D}	kg/cm²	−990	−2500	−3400
σ_{2D}	kg/cm²	−525	−1280	−1850

* Die Temperatur ϑ ist entsprechend den Annahmen auf die Raumtemperatur 20° bezogen.

Führt man in Fig. 4 noch die maximal zulässigen Spannungen σ_{u1} und σ_{u2} ein, so ergeben dessen Schnittpunkte mit σ_{2Z} und σ_{1D} die maximal zulässigen Temperaturen ϑ_{1max}, ϑ_{2max} der Komponenten 1 und 2. Unter σ_{1u} und σ_{2u} ist die Ursprungsfestigkeit zu verstehen.

Wird das Bimetall als Ganzes angesehen, so ist von den beiden nur die tiefere Temperatur ϑ_{max} massgebend. Gleichzeitig ist sie auch maximale Betriebstemperatur.

Naturgemäss verschieben sich im Diagramme, je nach der Härte des Bimetalles, die Kurven σ_{u1} und σ_{u2} und dementsprechend ändert sich die Temperatur ϑ_{max}. Diese wird für das ausgeglühte Bimetall tiefer sein als für das harte.

Besteht während des Betriebes die Möglichkeit eines Ausglühens, so ist nur der Wert ϑ_{max} ausgeglüht von Bedeutung; bei Ueberschreiten desselben treten Ueberspannungen und demzufolge Verschiebungen des Nullpunktes ein.

Die Temperatur ϑ_{max} ausgeglüht bildet also die Grenze zwischen einem stabilen und einem labilen Gebiet. Somit sind die am Anfang dieses Aufsatzes erwähnten Erkennntisse bestätigt.

Nun verlangen gewisse Anwendungsmöglichkeiten von Bimetallen, dass diese Betriebstemperatur hoch liege. Dies ist nach den vorhergehenden Untersuchungen erreichbar:

1) durch Verwendung möglichst hitzebeständiger Legierungen hoher Festigkeit ($\sigma_{1u}\ \sigma_{2u}$),
2) durch Verminderung der auftretenden Spannungen.

Die erste Bedingung ist klar und bedarf keiner weitern Erörterungen. Für die zweite spielen ausschliesslich die Grössen E_1, E_2, ψ, $(\alpha_1 - \alpha_2)$ eine Rolle (vgl. Gl. (22) bis (25). Die Resultate der Berechnung sind in den Tabellen II und III gegeben, wo die Einflüsse von α und E_1, E_2 festgelegt sind, wobei $\nu = \frac{E_1}{E_2}$ und A, B, C, D als $f\ (\nu, \psi)$ die zugehörigen Koeffizienten von $\sigma_{2Z}\ \sigma_{2D}\ \sigma_{1Z}\ \sigma_{1D}$ sind. Es

stellt sich heraus, dass $\nu = 1$ und $\psi = 1$ die günstigsten Verhältnisse ergeben.

Tabelle II.

$\psi = 0{,}86$ $\vartheta = 100^0$			
ν	0,8	1	1,25
A	0,507	0,52	0,685
B	0,298	0,285	0,275
C	0,161	0,216	0,273
D	0,542	0,495	0,582

Tabelle III.

$\nu = 1$ $\vartheta = 100^0$			
ψ	0,86	1,0	1,20
A	0,52	0,50	0,48
B	0,285	0,25	0,20
C	0,216	0,25	0,30
D	0,495	0,50	0,52

Der Faktor $(\alpha_1 - \alpha_2)$, der ein Mass der Empfindlichkeit darstellt, beeinflusst sinngemäss die Grösse der Spannungen. Es liegt nun in der Hand des Herstellers, durch Befolgung der gefundenen Erkenntnisse bei der geschickten Wahl der Komponenten, die maximale Betriebstemperatur des Bimetalles zu erhöhen. Dabei ist zu beachten, dass ν und $(\alpha_1 - \alpha_2)$ nicht freie unabhängige Grössen, sondern den gewählten Legierungen eigen sind, so dass gewisse Konzessionen in bezug auf die Empfindlichkeit gemacht werden müssen, d. h. dass bei hochempfindlichen Bimetallen eine kleine maximale Betriebstemperatur zu erwarten ist und umgekehrt.

Nun lässt sich die Frage aufwerfen, ob und wie eine am freien Bimetallende angreifende äussere Kraft die gewonnenen Resultate zu verändern vermag. Diese Kraft wird vom Bimetall selber erzeugt und hat, wenn

L die Länge des Bimetallstreifens,
e die Dicke des Bimetallstreifens,
J das Trägheitsmoment,
$E \cong \frac{E_1 + E_2}{2}$ den Elastizitätsmodul

bedeuten, die Grösse:

$$P = 3 f \frac{J E}{L^3} \qquad (26)$$

$$f = \frac{3}{4} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta \frac{L^2}{e} \qquad (27)$$

$$P = \frac{9}{4} (\alpha_1 - \alpha_2) \frac{J E}{L e} \qquad (28)$$

Die von ihr erzeugten Biegespannungen im Einspannquerschnitt (das Bimetall soll als homogen gelten) betragen

$$\sigma_B = \frac{P L}{\frac{2 J}{e}} = \frac{9}{8} \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta J E L e}{L e J} = \frac{9}{8} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta E \qquad (29)$$

Fig. 5a, b, c lässt erkennen, dass, solange die Totalspannungen

$$\sigma_{tot} = \sigma_B - \sigma_{1Z} \leqq \sigma_{1D} \text{ und } \sigma_{tot} = \sigma_B - \sigma_{2D} \leqq \sigma_{2Z}$$

die Kraft keinen Einfluss auf die Betriebstemperatur haben wird. Aus dieser Beziehung lässt sich die maximal zulässige Kraft, die das Bimetall noch leisten darf, ermitteln.

Unter Berücksichtigung der Gl. (22) bis (25), (29) und $\nu = \frac{E_1}{E_2}$ folgt:

$$\sigma_B \leqq \sigma_{1Z} + \sigma_{1D}\,; \quad \sigma_B \leqq \sigma_{2Z} + \sigma_{2D}$$

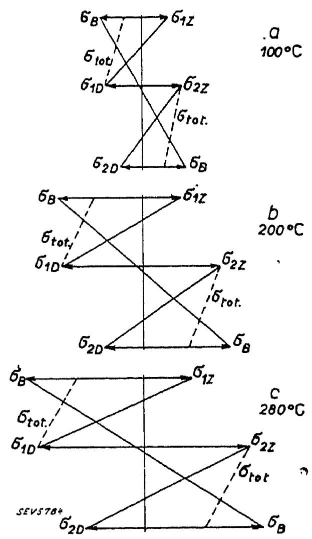
$$\frac{9}{8} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta E \leqq \frac{3}{2} \frac{\psi}{\psi + 1} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta_{max} E_1$$

$$\frac{9}{8} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta E \leqq \frac{3}{2} \frac{1}{\psi + 1} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta_{max} E_2$$

$$E = \frac{\nu - 1}{2 \nu} E_1 = \frac{\nu + 1}{2} E_2$$

$$\frac{3}{4} \frac{\nu + 1}{2 \nu} = \frac{\psi}{\psi + 1} \vartheta_{max} \qquad (30)$$

$$\frac{3}{4} \frac{\nu + 1}{2} = \frac{1}{\psi + 1} \vartheta_{max} \qquad (31)$$



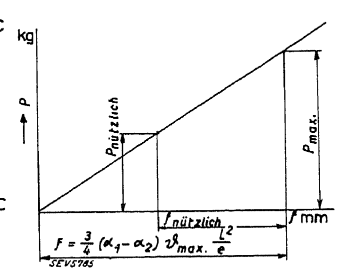


Fig. 5 (links).

Fig. 6 (oben).

Für den günstigsten Fall, also für $\nu = 1$, $\psi = 1$ gilt:

$$\frac{3}{4} \leqq \frac{1}{2} \vartheta_{max} \text{ und } \leqq \frac{2}{3} \vartheta_{max} \qquad (32)$$

$$P_{max} \leqq \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{4} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta_{max} \frac{J E}{L e} = \frac{3}{2} (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta_{max} \frac{J E}{L e} \qquad (33)$$

allgemein:

$$P_{max} \leqq \frac{3}{2} K (\alpha_1 - \alpha_2) \vartheta_{max} \frac{J E}{L e} \qquad (34)$$

$$K = \frac{(\psi + 1)(\nu + 1)}{4 \psi \nu}$$

Die nützliche zur Verfügung stehende Kraft ist, wie schon bewiesen wurde [3]), selbstverständlich kleiner; sie richtet sich nach dem nützlichen Wege (Fig. 6). Demnach muss der Apparatekonstrukteur entsprechend sorgen, dass diese Grenze nicht über-

schritten wird; sonst werden die teuer erkauften Vorteile durch Verwendung von Speziallegierungen nichtig gemacht.

Es kommt nun aber auch vor, dass die Betriebstemperatur ϑ_{max} im Zusammenhang mit der Zeit t steht. Man denke an die elektrotechnischen Anwendungen im Schalterbau, wo das Bimetall die Funktion des verzögernden Elementes übernimmt; es interessiert dabei, den Kurzschlußstrom, der als derjenige maximale Strom definiert werden soll, der in der Zeit t durch das Bimetall fliessen darf, ohne

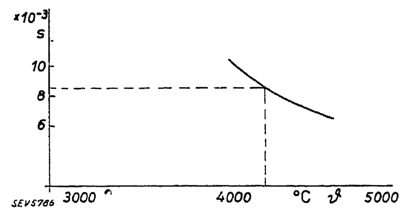


Fig. 7.

dass eine Veränderung der Auslösecharakteristik stattfindet, zu kennen.

Die Beziehung zwischen beiden Grössen ϑ_{max} und t [3]) ist, bei Heizung durch direkten Stromdurchgang, vom kalten

$$t = -\frac{G\ c}{\alpha\ O} \lg \frac{\vartheta_m - \vartheta_{max}}{\vartheta_m} \tag{35}$$

oder, von dem durch den normalen Strom vorerwärmten Bimetall ausgehend:

$$t = -\frac{G\ c}{\alpha\ O} \lg \frac{\vartheta_m - \vartheta_{max}}{\vartheta_m - \vartheta_o} \tag{36}$$

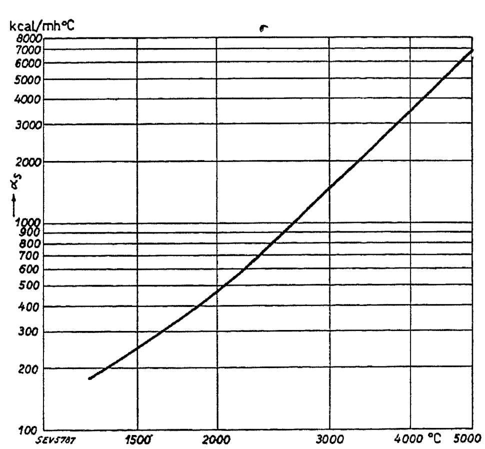


Fig. 8.

wo ϑ_m die Beharrungstemperatur bei dem Strom I,
ϑ_o die Beharrungstemperatur bei dem Normalstrom I_n,
G das Gewicht,
O die Oberfläche,

[3]) Erni, Beitrag zur Dimensionierung von Bimetallrelais. Bull. SEV 1935, Nr. 16.

$\alpha = \alpha_s + \alpha_K$ die Wärmeübergangszahl,
c die spezifische Wärme

bedeuten.

Sind die Grössen $\frac{c\ G}{O}$, α, ϑ_{max}, ϑ_o, t bekannt, so lässt sich ϑ_m bestimmen. Die Auflösung geschieht am besten auf graphischem Weg, indem man für verschiedene beliebig angenommene Werte von ϑ_m die Zeit in f (ϑ_m) aufträgt und bei dem entsprechenden bekannten Wert von t den Wert für ϑ_m abliest (Fig. 7).

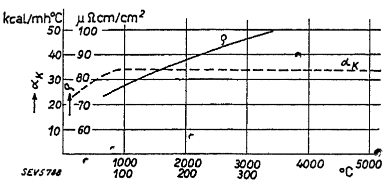


Fig. 9.

In Fig. 8 und 9 sind die Werte von α_s und α_K aufgetragen. Sie wurden auf rechnerischem Wege ermittelt, allerdings unter der Voraussetzung, dass die Gesetze, die sie regieren, unbeschränkte Gültigkeit haben.

Die Temperatur ϑ_m ist nur rechnerisch von Bedeutung, sie kommt praktisch nicht vor. Aus ihr lässt sich schliesslich der Strom I bestimmen aus

$$\vartheta_m = 0{,}86 \frac{I^2 R}{\alpha\ O} \tag{37}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\alpha\ O\ \vartheta_m}{0{,}86\ R}} = \sqrt{\frac{\alpha\ U\ q\ \vartheta_m}{0{,}86 \cdot \varrho_{\vartheta max}}} \tag{38}$$

U Umfang des Bimetalles,
Q Querschnitt des Bimetalles,
$\varrho_{\vartheta max}$ spezifischer Widerstand des Bimetalles bei ϑ_{max} (Fig. 9).

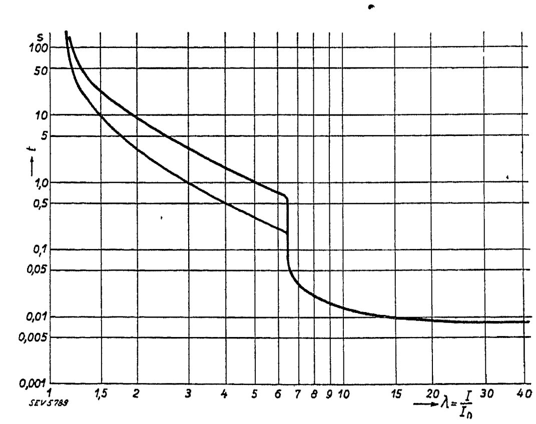


Fig. 10.

Logischerweise sind nach Gl. (35) und (36) zwei verschiedene Temperaturen ϑ_m und dementsprechend zwei verschiedene Kurzschlußströme für ein und denselben Bimetallstreifen vorhanden, je nachdem dieser kalt oder betriebswarm ist.

Die gewonnenen Beziehungen wurden an einem Installationsselbstschalter nachgeprüft, dessen Charakteristik in Fig. 10 wiedergegeben ist. Das Bimetall war sorgfältig gealtert und hatte die Dimensionen 0,5·2 mm. Die Schaltzeit bei 1,4- und 6fachem Nennstrom wurde vor und nach einer Anzahl Belastungen mit 360 A gemessen. Es ergab sich folgendes Bild:

Tabelle IV.

Strom	Schaltzeiten vor Belastung s	nach 20 Belastungen s	nach 60 Belastungen s
1,4 I_n	28,50	28,53	29,3
6 I_n	0,7	0,7	0,7

Rechnerisch ermittelt sich die Kurzschlußstromstärke zu

$$\vartheta_{max} = 236° \text{ C}; \; \vartheta_m = 4200° \text{ C}; \; \alpha = 4150$$

$$t = 0{,}0085 \text{ s}; \; \varrho_{\vartheta max} = 0{,}95; \; q = 1 \text{ mm}^2; \; U = 5 \text{ mm}.$$

$$I_{max} = 328 \text{ A}.$$

Bei einem Bimetall von 0,5·1,6, das auf denselben Apparat eingebaut wurde, beträgt der Kurzschlussstrom

$$I_{max} = 267 \text{ A}.$$

Im Gegensatz zum ersten war dieses Bimetall nicht gealtert. Diese Tatsache und der kleinere Kurzschlußstrom zeigten ihren Einfluss bei der nachfolgenden Versuchsreihe:

Tabelle V.

	Schaltzeiten vor Belastung s	nach Alterung während des Betriebes mit Normalstrom s	nach 40 Belastungen mit 360 A
bei 1,30 I_n	40	54	schaltet nicht aus

Wird der Wärmeübergang nicht berücksichtigt, so vereinfacht sich die Rechnung des Stromes zu

$$I = q \sqrt{\frac{c\,\vartheta_{max}}{\varrho_{\vartheta max}\, t}} \qquad (39)$$

Diese Gleichung ergibt aber, wie zu erwarten ist, tiefere Werte.

Bei indirekter Heizung gestaltet sich die mathematische Erfassung der thermischen Vorgänge schwieriger. Das von der Wärmeleitung erzeugte Temperaturgefälle gestattet eine Erhöhung von ϑ_m bzw. von I, es scheint also, dass diese Lösung kurzschlußsicherer ist.

Alle Unterlagen über die physikalischen Materialeigenschaften sind von der Société Anonyme Commentry Fourchambault et Decazeville Paris zur Verfügung gestellt worden, was hier bestens verdankt sei.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Hochspannungsprüfung durch Registrierung der dielektrischen Verluste.

621.317.384 : 621.315.61

Vor der Uebersteigerung der Prüfbedingungen bei Hochspannungsapparaten, beispielsweise vor der Wahl sehr hoher Prüfspannungen, die das Prüfungsobjekt beschädigen können, ist zu warnen. Schon frühzeitig vermied man in der Kabeltechnik derartige Auswüchse, indem man versuchte, die Güte der Isolation durch Messung der dielektrischen Verluste in Funktion der Spannung und der Prüfzeit mit einer Scheringbrücke zu bestimmen. Diese Prüfmethode stammt von J. C. van Staveren. Die von U abhängige Verlustkurve gibt den sog. Ionisierungsknick, der im Betrieb nicht erreicht werden darf, während die zeitabhängige Messung eher den erlittenen Schaden des Prüfobjektes kennzeichnet (die Verluste müssen konstant bleiben). Der tgδ, für kleine Werte angenähert das Verhältnis der Wirk- zur Blindleistung darstellend, ist nebst der öfters temperaturabhängigen Kapazität C die bedeutungsvollste Messgrösse. Beide Charakteristiken müssen für die Beurteilung der Dielektrika gemessen werden, da die Verlustleistung das Produkt $C(\varepsilon)\cdot$tgδ enthält. Bekannt ist, dass die Verlustleistung steigen kann, trotzdem tgδ = const. auf stabile Verhältnisse hindeutet. Der Verlustfaktor allein gäbe also kein richtiges Bild. Um beide Messwerte möglichst rationell für alle Prüfobjekte der Hochspannungstechnik zu ermitteln, entwickelte Siemens & Halske zwei neue Methoden nebst den hiezu nötigen registrierenden Instrumenten.

Das eine Verfahren berücksichtigt die Tatsache, dass Gleichstrominstrumente einen geringen Eigenverbrauch aufweisen. Man misst dabei nicht die Leistung, sondern nur die gleichgerichtete Wirkkomponente des Stromes. Zweckmässig wird dazu ein «schaltungsgesteuerter», mechanischer Gleichrichter verwendet. Das zweite Gerät, der Lichtkoordinatenschreiber, ist in Fig. 1 veranschaulicht. Man registriert den Wirkstrom in Funktion der Prüfspannung U_p, oder der Zeit (indem Galvanometer I mit einem mit der Zeit proportional wachsenden Strom gespeist wird). Die ganze Vorrichtung ist in einem tragbaren, viereckigen Kasten zusammengebaut.

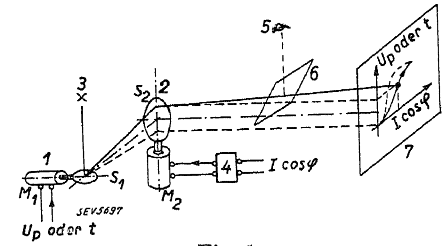


Fig. 1.
Lichtkoordinatenschreiber, grundsätzlicher Aufbau.
1 Galvanometer I mit Spiegel.
2 Galvanometer II mit Spiegel.
3 Lichtquelle.
4 Gleichrichter.
5 Direkte Beobachtung.
6 Glasscheibe.
7 Registrierfläche (Mattscheibe oder Film).

Die zweite Methode, mit Kompensationsverstärker und Doppel-Potentiometerschreiber, stellt im Prinzip eine automatisch sich einstellende, ΔC und tgδ direkt aufzeichnende Scheringbrücke dar. Um die nötige Ausgleichenergie für die ihr entsprechende Betätigung der Potentiometer zu erhalten, ist in der Brückendiagonale ein Verstärker eingebaut (Fig. 2). Verstärkerintensität und messtechnische Eigenschaften des Zählmotors sind ohne Einfluss auf die Ergebnisse; höchstens wird die Geschwindigkeit der Einstellung durch den

Verstärker beeinflusst. Das Induktionszählwerk dreht sich so lange, bis die Schleifkontakte K_1K_2 das Brückengleichgewicht hergestellt haben. ΔC und tgδ werden in Funktion von U_p oder der Zeit t auf einem Registrierstreifen sofort aufgezeichnet, was für das Versuchslokal eine wesentliche Zeitersparnis bedeutet.

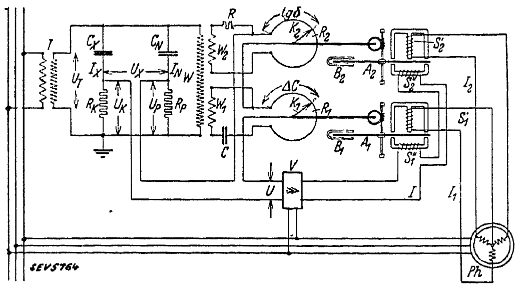


Fig. 2.
Kondensatorprüfeinrichtung mit einer Hochspannungs-Brückenschaltung, die durch zwei als phasenabhängige Nullmotoren wirkende Induktionszähler-Messwerke selbsttätig abgeglichen wird.

T Transformator. U_T Betriebsspannung. C_X zu prüfender Kondensator. C_N Normalkondensator. R_K, R_p Brückenwiderstände. U_K, U_p Spannungen an diesen. U_X Spannung an der Brückendiagonale. I_X, I_N Ströme in C_X und C_N; W, W_1, W_2 Normalwandler. R Widerstand. C Kondensator, R_1, R_2 Schleifdrahtpotentiometer. K_1, K_2 Schleifkontakte, die durch die Induktionszähler-Messwerke S_1', S_1'', A_1, B_1 und S_2', S_2'', A_2, B_2 verschoben werden. U resultierende Diagonalenspannung. tg δ abgegriffenes Schleifdrahtstück proportional dem Verlustfaktor. ΔC abgegriffenes Schleifdrahtstück proportional der Kapazitätsänderung (für $U = 0$). V Verstärker. Ph Phasenregler. I Ausgangsstrom des Verstärkers. I_1, I_2 Ströme von Phasenregler.

Bei der Messung mit Schwinggleichrichter werden die Oberwellen des Verluststromes in der Messung erfasst, im Gegensatz zum Vibrationsgalvanometer. Es lässt sich zeigen, dass die Ergebnisse der beiden Verfahren bis zum Ionisationsknick die gleichen sind, dass aber dann der Gleichrichter etwas höhere Werte hervorbringt, weil er die mit dem Sprühen der Proben einsetzenden Oberwellen mit erfasst. Die Einrichtung mit Verstärker arbeitet hingegen grundwellenselektiv. Durch besondere Schaltung ist es möglich, den «Oberwellenschlamm» zu messen und zu registrieren. Mit Klarheit sieht man bei jeder dieser Messung, wie beim Knie der tgδ-Kurve plötzlich auch Oberwellen auftreten.

Um die Messgeräte bei der Kabelprüfung vorteilhaft verwenden zu können (beispielsweise nach der Biegeprobe), wird vorgeschlagen, die Spannung nicht wie üblich bis zum Durchschlag zu steigern. Man bleibe mit der Spannung unter der Durchschlagsspannung, heize das Kabel, um den Temperatureinfluss mit einzubeziehen, langsam auf und messe dabei den Verlustfaktor. Ebenfalls bei der sog. Stabilitätsprobe (abwechslungsweises Erwärmen und Abkühlen) ist die Messvorrichtung sehr zweckmässig. Für die Beurteilung der Isolation von Transformatoren bei Abnahmeversuchen und Betriebskontrollen müssen die dielektrischen Charakteristiken der Durchführungen zuerst aufgenommen werden, da sie meistens höhere tgδ-Werte aufweisen als die Wicklungen und das Gesamtergebnis somit wesentlich beeinflussen. Empfohlen wird für die Vornahme von Betriebskontrollen ein Zeitintervall von ca. 2 Jahren. Dank dieser Messungen ist es auch gelungen, die bestmögliche Konstruktion von trockenisolierten Strom- oder Spannungswandlern zu finden, denn bei diesen Typen war es sehr schwer, an Hand der alten Prüfmethoden die Isolationsgüte richtig zu beurteilen.

Um Messungen bei Generatoren vornehmen zu können, wird eine Hilfsspannung von 10 V und 10 Per./s auf den Sternpunkt der Maschine gedrückt. Registriert wird tgδ mit dem gleichen, beim Kabel verwendeten Instrument. Deutlich zeigt sich das anfängliche Sinken der Verluste, bis die Verdampfung der Isolierlacklösung beendet ist. Hierauf steigt tgδ, infolge des Erhärtens und des durch die thermische Bewegung verursachten Brüchigwerdens der Wicklung. Bei einem Vorschub des Kontrollstreifens von 5 mm/h konnte der tgδ-Verlauf über einen ganzen Monat aufgezeichnet werden.

Gegen die zu harte Prüfung der Kondensatoren spricht sich Keinath deutlich aus, denn zu oft erfahren die Prüfobjekte wegen der zu hohen Spannung bleibende Schäden. Zweckmässig erscheint die Durchführung der Typen- und Stückprobe, die sich bei uns auch eingebürgert hat.

Bedeutung soll dieses Messverfahren auch für die Prüfung von Niederspannungsgeräten erhalten. — (Gg. Keinath, E. u. M. Bd. 54 (1936), H. 25 und 26.) *J. M.*

Der übliche Fäulnisschutz bei Tannen- und Fichtenmasten und das neue Osmoseverfahren.

621.315.668.1.0044

Bei der Deckung des laufenden Bedarfs an Holzmasten wurde seit Aufgabe der Boucherie-Tränkung auf Tannen- und Fichtenstämme trotz ihrer guten Eignung im allgemeinen nur dann zurückgegriffen, wenn Kiefern nicht zur Verfügung standen, weil sich diese Holzart tränkungstechnisch am günstigsten verhielt. Das neue Osmoseverfahren ermöglicht nun, allen drei Holzarten eine verhältnismässig grosse Menge an wirksamen Salzen bei guter Verteilung im Stammquerschnitt einzuverleiben.

In Deutschland sollen insgesamt etwa 15 Millionen hölzerne Leitungsmasten stehen. Bei einer mittlern Lebensdauer von 25 Jahren der Telegraphenstangen und einer solchen von 17,5 Jahren der Starkstromstangen beträgt der jährliche Abgang infolge Fäulnis und Larvenfrass etwa 725 000 Stück, deren Ersatz knapp gerechnet jährlich 15,4 Millionen Reichsmark erfordert.

Es ist daher verständlich, wenn man zur Verringerung dieses Teiles der gesamten Unterhaltungskosten jeden Fortschritt in der Fäulnisbekämpfung begrüsst. Die *Teeröltränkung* nach *Rüping* wird nach dreissigjähriger Erfahrung als das erfolgreichste Verfahren bezeichnet, allerdings unter der Voraussetzung, dass die zu tränkenden Hölzer völlig lufttrocken sind und dass die eingedrückte Teerölmenge auch ausreicht, den Splint in seiner ganzen Ausdehnung bis zum Kern durchtränken. Leider eignen sich nur Kiefern-(Föhre-) und Lärchenmaste zur Teeröltränkung (Kesseldruckverfahren). Da in grossen Teilen Deutschlands Kiefer und Lärche kaum in ausreichender Menge vorhanden sind, ist man gezwungen, bei der Mastenbeschaffung auch auf die Tanne und Fichte zurückzugreifen. Fichten- und Tannenmaste werden daher in der Hauptsache einer Oberflächenbehandlung unterzogen (*Kyanisierung* mit Quecksilbersublimat).

Die Tränkung der Stangen mit Kupfersulfat, die sog. *Boucheriesierung* (in der Schweiz weitaus am meisten verbreitet) wurde früher in Deutschland im grossen angewendet, kam dann aber *unverdientermassen* in den Ruf ungenügender Wirkung. Eigentümlicherweise hat man dieses Verfahren hauptsächlich deshalb aufgegeben, weil es immer schwieriger wurde, nur wenigen Grossbetrieben saftfrische Stangen in genügender Menge und zu bestimmten Zeiten zuzuführen. Gegenwärtig sind Grossversuche im Gang, die zeigen sollen, ob es möglich ist, arsenhaltige Salzgemische in ausreichender Menge mittels des Boucherieverfahrens in das Holz einzuführen. Alle Schwierigkeiten, die mit diesem Verfahren selbst und mit dem Einbringen der Lösung verknüpft sind, scheinen beim neuen *Osmoseverfahren* beseitigt zu sein.

Bringt man auf eine entrindete, bastfreie Stange einen kristalloiden Körper in hoher Konzentration, etwa in Form einer Paste, so tritt infolge des osmotischen Druckes das Wasser (Saft) aus dem Holz heraus, löst den kristalloiden Körper, dem, um ein Abtropfen zu verhindern, ein kolloider Körper (etwa 5 %) zugesetzt ist. Der mit den Salzbestandteilen vermischte Saft gelangt dann durch Diffusion und Kapillarwirkung wieder in die tiefern Schichten des Holzes zurück. Der Vorgang wiederholt sich, solange Flüssigkeit im Holz und Past auf dem Holz vorhanden sind. Sorgt man dafür, dass die Verdunstung an der Oberfläche gehemmt wird, so durchdringen die Salzmoleküle den ganzen Splint, ja bei Kiefern nach genügend langer Zeit sogar den ganzen Stamm.

Beim Osmoseverfahren werden keine neuen, in ihrer Wirkung noch nicht erprobten Tränkungsmittel verwendet. Man kann die Hölzer mit Kupfersulfat und selbst mit Quecksilbersublimat behandeln.

Das für die Behandlung der von der Deutschen Reichspost in Auftrag gegebenen Stangen vorgeschriebene arsenhaltige Salzgemisch hat die Zusammensetzung 27,5 % Fluornatrium, 37,5 % Kaliumbichromat, 25,0 % Natriumarseniat und 10,0 % Dinitrophenol. Es ist unter den Handelsbezeichnungen Thanalith U und Basilit UA bekannt. Durch Beigabe der 5 % kolloidaler Stoffe in die für das Osmoseverfahren geeignete Form gebracht, wird es als Osmolit U/Arsen bezeichnet.

Die Ausübung des Osmoseverfahrens setzt keinerlei Einrichtungen voraus und kann ungelernten Arbeitern übertragen werden. Die Stämme werden nach dem Ablängen und Zuschneiden des Zopfendes weiss geschält. Die so zugerichteten Stangen gelangen vom Schälbock zu den Osmotierern, die sie unverzüglich mit einer Auftragbürste gleichmässig mit Osmosepaste streichen. Die Dicke des Auftrags entspricht etwa der eines gut deckenden Oelfarbenanstrichs. Nach dem Anstreichen werden die Hölzer gestapelt, und zwar am besten in Dreiecksform, damit nach der Abdeckung das Regenwasser von den Stapeln gut ablaufen kann und sich keine Wassersäcke bilden. Die fertigen Stapel sind, damit die Stangen nicht zu lange der Sonnenbestrahlung oder überhaupt dem Luftzug ausgesetzt sind, unverzüglich mit wasserdichtem Papier in der Stapelrichtung mit handbreiter Ueberlappung zu bedecken. Auf die Schnittflächen am Stamm- und Zopfende trägt man zwecks Verhütung der Verdunstung der Holzfeuchtigkeit einen wasserdichten Anstrich (Teer) auf. Nach Verlauf von drei bis vier Monaten ist das aufgetragene Salz vollständig von dem Holze aufgenommen. Damit hat die Imprägnierung ihr Ende gefunden.

Da der Saftgehalt der Nadelhölzer im Verlaufe des Jahres nur wenig (höchstens um 10 %) schwankt, so ist die Ausführung des Osmoseverfahrens eigentlich von der Jahreszeit unabhängig. Vorzuziehen sind im allgemeinen die Monate vom zeitigen Frühjahr bis zum Spätherbst.

Ueber die Lebensdauer der Osmosestangen lässt sich jetzt natürlich noch nichts Bestimmtes aussagen, weil das Verfahren erst in den Jahren 1933/34 in grösserem Umfang angewendet worden ist.

Bemerkung: Trocknet die Oberfläche aus irgendeinem Grunde (Sonne, Wind) etwas an, bevor die Paste aufgetragen wird, so findet offenbar keine oder eine nur ungenügende Imprägnierung des Holzes statt. — (K. Winnig, ETZ Bd. 56 [1935], Nr. 31.) *W. L.*

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie.

621.395.44

Bei der sog. Trägerstromtelephonie wird hochfrequenter Leitungsstrom als Träger benutzt und mit Sprechstrom niederfrequent amplitudenmoduliert. Sie hat zur Mehrfachausnutzung von Fernsprechleitungen in den letzten Jahren grosse Bedeutung erlangt. So war es beispielsweise möglich, bei dem 216paarigen, schwach pupinisierten Fernkabel Berlin-Hannover neben den 185 Niederfrequenzwegen noch 144 hochwertige Hochfrequenzverbindungen zu schaffen. Dabei ist es billiger, auf einer bestehenden Kabelleitung eine Anzahl zusätzlicher hochfrequenter Sprechwege zu schaffen, als ein entsprechendes Kabel neu zu verlegen.

Eine solche zusätzliche Trägerstromtelephonie kommt grundsätzlich sowohl für Freileitungen als auch für Kabel in Betracht. Aber nicht jedes normalpupinisierte Kabel kann verwendet werden, und zwar deshalb nicht, weil diese Kabel eine Grenzfrequenz besitzen, die viel zu niedrig liegt (ca. 3,5 kHz). Man kann daher nur Kabelleitungen mit leichter Pupinisierung, sog. leicht belastete Kabel, deren Grenzfrequenzen bedeutend höher liegen (bis 20 kHz), für Trägerstromtelephonie ausnutzen. Im Gegensatz zum pupinisierten Kabel besitzt eine Freileitung keine Grenzfrequenz, wodurch der Uebertragungsbereich an sich sozusagen unbegrenzt wäre. Praktisch geht man aber auch bei Freileitungen nicht über 40 kHz hinaus; es ist so schon möglich, eine beträchtliche Anzahl von Hochfrequenzsprechkanälen einzurichten.

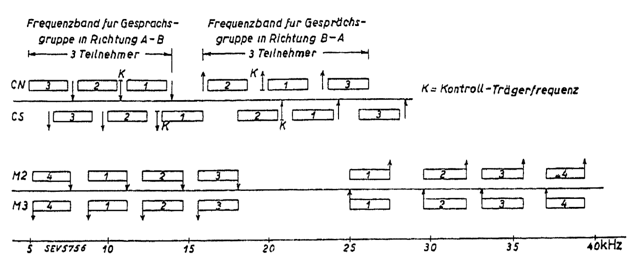


Fig. 1.
Frequenzverteilung beim C- und M-System.

Das Wort «Trägerstromtelephonie» ist eigentlich nicht mehr ganz sachgemäss. Die neuere Tendenz der technischen Realisierung geht nämlich dahin, den Träger zu unterdrücken und ihn gar nicht oder höchstens sehr stark geschwächt zu übertragen. Es handelt sich also bei den modernen Apparaturen mehr um eine «Einseitenbandtelephonie» auf Leitungen.

Im Prinzip gelangen die vom Teilnehmer ausgehenden Sprechströme über einen sog. Ausgleichübertrager zum Modulator. Ein besonders stabil arbeitender Oszillator erzeugt die Trägerfrequenz f_h; durch Amplitudenmodulation mit der Niederfrequenz f_n bilden sich neben dem Träger die beiden Seitenbänder $f_h + f_n$ und $f_h - f_n$. Für die Nachrichtenübermittlung genügt die Ausnutzung eines einzigen Seitenbandes vollständig. Vom übertragungstechnischen Standpunkt aus

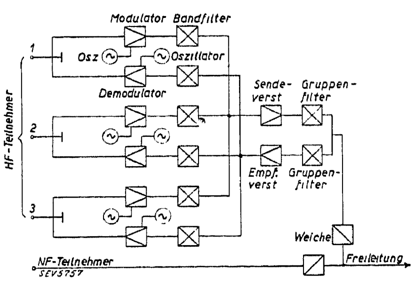


Fig. 2.
Schematischer Gesamtaufbau des C-Systems.

ist es sogar zweckmässiger, nur ein Seitenband auszusenden. Einerseits kann der dadurch ersparte Frequenzbereich schon für ein weiteres Gespräch ausgenutzt werden, und anderseits fällt dann jegliche Kombinationstonbildung der Seitenbänder fort, die durch das nicht lineare Verhalten der Leitung verursacht würde. Der Modulator arbeitet auf einen Bandpass von entsprechendem Durchlassbereich, dessen Dämpfungscharakteristik aber eine ausreichende Flankensteilheit aufweisen muss. Man kommt so praktisch zu einer Frequenzverteilung, wie sie in Fig. 1 beispielsweise für das amerikanische CN/CS-System und das deutsche M2/M3-System dargestellt ist. Die Ausgänge der drei (C) bzw. vier (M) Bandfilter sind parallel geschaltet und liegen am Eingang eines gemeinsamen Sendeverstärkers. Aus dem schematischen Gesamtaufbau des C-Systems Fig. 2 kann man entnehmen, dass die gemeinsam verstärkten Seitenbänder und die Kontrollfrequenzen über ein Gruppenfilter (das die Sende- und Empfangskanäle voneinander trennt) und eine Kondensatorleitung (zur Trennung der Hochfrequenzgespräche von den direkt niederfrequenten) auf die Fernleitung gegeben werden, die in diesem Falle eine Freileitung ist.

Vom Verstärker muss ein hinreichend kleiner Klirrfaktor verlangt werden. Würde man den Trägerstrom voll übertragen, so wäre es wegen der starken Belastung durch die Trägeramplituden nicht möglich, mehrere Kanäle gemeinsam linear genug zu verstärken. Man kann aber auf die Uebertragung des Trägers ganz gut verzichten, wurde er doch früher hauptsächlich zur Wahrung der Frequenztreue mitübertragen, ein Grund, der heute hinfällig ist, da Röhrengeneratoren gebaut werden können, deren Frequenzstabilität vollständig ausreicht (0,1 ‰). Die Unterdrückung des Trägers erleichtert also die Lösung des Verstärkerproblems, das nun keine besonderen Schwierigkeiten mehr macht. Zur Linearisierung werden die in der Verstärkertechnik üblichen Methoden verwendet.

Die Nichtübertragung des Trägers hat aber noch eine weitere günstige Auswirkung. Durch die gemeinsame Verstärkung mehrerer Frequenzkanäle sind lediglich zwei Gruppenfilter nötig; ihre Kennwiderstände lassen sich im Durchlässigkeitsbereich recht gut an den Wellenwiderstand der Leitung anpassen, wodurch sich sehr kleine Reflexionsfaktoren und hohe Dämpfungswerte für das Nebensprechen ergeben.

Die Leitungsdämpfung ist nach Fig. 3 frequenzabhängig und nimmt mit wachsender Frequenz zu. Bei Ausnutzung des unteren Seitenbandes liegen die hohen Sprechfrequenzen absolut genommen im tieferen Frequenzbereich (Fig. 3); sie werden dementsprechend weniger gedämpft als die tiefen Töne, d. h. die übertragene Sprache würde zu hoch, zu hell klingen. Beim oberen Band wäre die Sprache im Klang zu dumpf. Dem hilft man durch Einschalten eines besonderen Vierpoles ab, dessen Dämpfungskurve mit zunehmender Frequenz fällt; ein solcher Vierpol ist unter dem Namen «Leitungsentzerrer» bekannt.

Auf der Empfangsseite werden die anfallenden hochfrequenten Seitenbänder durch die «Weiche» (Fig. 2) von der Leitung abgezweigt; sie gelangen dann über das zweite Gruppenfilter und über den Empfangsverstärker an die Bandpässe, denen die Aufgabe zufällt, die Gesprächsgruppe zur Demodulation in die einzelnen Kanäle aufzuteilen.

Bei den Kabeln brachten es die Umstände mit sich, dass zuerst Seekabel mit Trägerstromkanälen belegt wurden; erstens sind Seekabel sehr teuer und zweitens sind sie leichter pupinisiert als Landkabel.

1930 wurde zwischen den USA und der Insel Kuba ein Seekabel verlegt, das sogar ausschliesslich für Fernsprechverkehr mit Trägerströmen bestimmt war. Die verwendete Schaltung entspricht dem C-System (Fig. 2); das Kabel ist natürlich nicht pupinisiert.

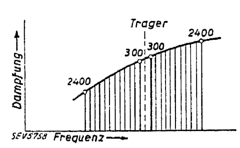


Fig. 3.
Dämpfung der beiden Seitenbänder einer Trägerfrequenz.

Aber auch auf nichtpupinisierten Landkabeln haben die Versuche befriedigt. Ein System, das den Frequenzbereich bis 40 kHz für 9 Frequenzbänder ausnutzt, wurde von den Bell Telephone Laboratories entwickelt. Es ist gelungen, eine Kabellänge von 14 000 km mit einer Gesamtdämpfung von 1380 Neper zu überbrücken. Die Uebertragungsgeschwindigkeit von etwa 175 000 km/s ergab über diese Strecke eine Laufzeit von nur 80 ms, während 250 ms noch zulässig wären. Bei dem neuen System ist somit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit praktisch für die Reichweite des Fernsprechens auf Kabeln kein Hindernis mehr. Zum ersten Male wurde hier für jede Gesprächsrichtung eine besondere Leitung, aber für jede Teilnehmerverbindung ein und dasselbe Frequenzband vorgesehen; beide Leitungen sind gegeneinander elektrostatisch abgeschirmt.

Für leicht und sehr leicht belastete Erdfernkabel liegen ebenfalls bereits brauchbare Systeme vor. An ihrer Vervollkommnung wird zielbewusst gearbeitet. Einige Schwierigkeiten macht noch die automatische Pegelregulierung des Empfanges (Lautstärke).

Die englische Post hat ein besonders einfaches Einkanal-Trägerstromsystem entwickelt, dessen Schaltung Fig. 4 darstellt. Es ist für Freileitungen (auch mit unpupinisierten Kabelzwischenstücken) bestimmt und kann jederzeit dort eingesetzt werden, wo nur vorübergehend ein erhöhter Bedarf an Fernsprechverbindungen vorliegt. Das Gerät arbeitet mit einem unterdrückten Träger von 6,5 kHz, von dem in der

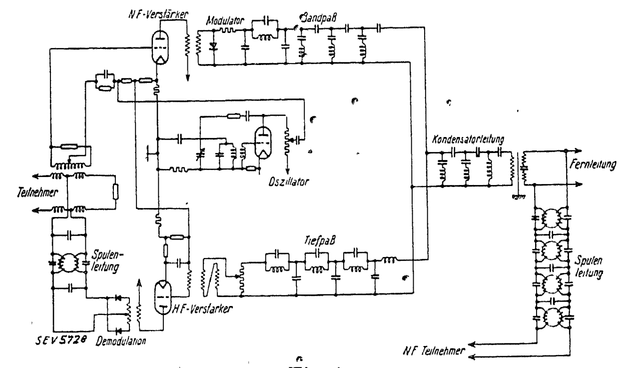


Fig. 4.
Prinzipschaltung eines vereinfachten Einkanal-Trägerstromsystems.

einen Richtung das untere, in der anderen das obere Seitenband auf die Leitung gegeben wird. Als Modulator wird erstmals ein Trockengleichrichter verwendet; gegenüber einer Röhre hat er den Vorteil eines geringen Raumbedarfs und einer praktisch unbegrenzten Lebensdauer. Auch die Demodulation erfolgt mit einem Metallgleichrichter, und zwar in Doppelwegschaltung. Mit wenigen und einfachsten Mitteln ist hier ein leistungsfähiges Gerät geschaffen worden, das schon auf kürzere Strecken (> 100 km) einen wirtschaftlichen Betrieb ergibt und durch seine Anpassungsfähigkeit gute Dienste leistet. — (*H. Budzinski*, Z. f. Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, Bd. 45 [Febr. 1935], H. 2, S. 42.)
H. B.

Technische Einrichtung zum Messen der Verzerrungen elektroakustischer Geräte und zur spektralen Analyse.

534.612

Zur Beurteilung der linearen Verzerrungen eines elektroakustischen Apparates hat man das Uebertragungsmass als Funktion der Frequenz zu untersuchen. Ein Mikrophon sei einer ebenen fortschreitenden Welle von bestimmtem Schalldruck ausgesetzt; dann ist das Uebertragungsmass das Verhältnis der EMK, die das Gerät abgibt, zu diesem Schalldruck. Wird ein Lautsprecher an eine bestimmte Klemmenspannung angeschlossen, so ist das Uebertragungsmass das Verhältnis des Schalldruckes, den das Gerät erzeugt, zu dieser Klemmenspannung. Die Bestimmung des Uebertragungsmasses setzt also voraus, dass man sowohl hörfrequente Wechselspannungen als auch hörfrequente Schalldrücke mit Sicherheit messen kann.

Steht ein Schalldruckmesser beliebiger Form im Schallfeld, so verzerrt er dieses durch seine Anwesenheit und misst im allgemeinen nicht den Schalldruck, der ohne ihn an der Meßstelle vorhanden wäre. Jedoch ist man in der Lage, für Kugeln von bekanntem Durchmesser die Wirkung der Reflexion als Funktion der Frequenz zu berechnen; am kugelförmigen Schalldruckmesser kann daher aus dem Druck an der Membran auf den Druck geschlossen werden, der im freien Schallfeld bei abwesendem Druckmesser vorhanden sein würde. Praktisch gibt man der Kugel einen Durchmesser von beispielsweise 20 cm und setzt ein Spezialmikrophon so ein, dass seine Membran (⌀ 2 cm) als Teiloberfläche der Kugel gelten kann. Durch Messung derjenigen Wechselspannung, die erforderlich ist, um die Bewegung der Membran unter dem Einfluss des Schalldruckes zu kompensieren, wird rechnerisch der Druck des Schallfeldes ermittelt. Damit gestattet diese Einrichtung auch, bestimmte Schalldrücke einzustellen.

Das bildet die Grundlage einer modernen technischen Einrichtung zur Messung des Uebertragungsmasses. Im einzelnen besteht die Messapparatur einerseits aus einer Einrichtung zur Erzeugung konstanter Spannungen und Schalldrücke, und anderseits aus einer Einrichtung zur selektiven Aufzeichnung der elektroakustisch erzeugten Schalldrücke und Spannungen.

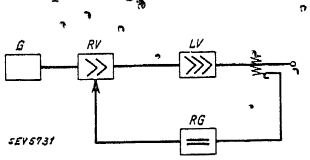


Fig. 1.
Automatische Spannungsregelung.

Der Apparat zur Erzeugung konstanter elektrischer Spannung besteht nach Fig. 1 aus einem Ueberlagerungssummer G und einem Wechselleistungsverstärker LV, von dessen Ausgangsleistung ein Teil dazu dient, den Regelverstärker RV so zu steuern, dass die Spannung am Ausgang bis auf wenige Prozent von der Frequenz unabhängig wird. Im Detail enthält der Regelverstärker (Fig. 2) zwei in Kaskade geschaltete Exponentialröhren E_1 und E_2, deren Steuerspannung über eine Gleichstromverstärkerröhre G einem Gleichrichter entnommen wird, an dessen Eingang die steuernde Wechselspannung liegt.

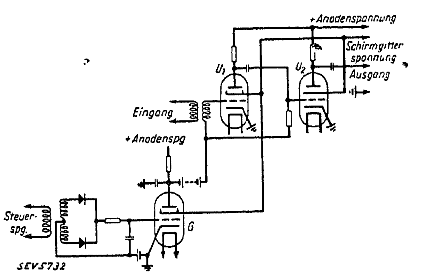


Fig. 2.
Regelverstärker.

Um konstante Schalldrücke zu erzeugen, schliesst man, wie Fig. 3 zeigt, an den Ausgang des Leistungsverstärkers LV einen Lautsprecher Lsp an und entnimmt die Steuerspannung einem vor dem Lautsprecher hängenden Druckmesser DM über den dazugehörenden Verstärker DMV. Dabei darf die Distanz zwischen Lautsprecher und Druckmikrophon eine gewisse Grösse nicht überschreiten, weil sonst infolge der Laufzeit des Schalles der Regler auf Druckschwankungen zu spät reagiert, was zu längeren Einschwingvorgängen führt. Praktisch soll der Abstand nicht mehr als 30 cm betragen, entsprechend einer Laufzeit von 1 ms. Ferner ist es praktisch unmöglich, im ganzen Hörfrequenzband von 50 bis 10 000 Hz mit einem einzigen Lautsprecher auszukommen (Klirrfaktor); man muss vielmehr zwei Lautsprecher benutzen, und zwar einen mit grösserer Membran für die tiefen Frequenzen und einen zweiten mit kleinerer Membran für hohe Frequenzen.

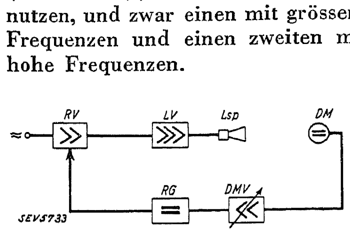


Fig. 3.
Schalldruckregelung.

Die Einrichtung zur selektiven Aufzeichnung hat das Problem zu lösen, aus einem Frequenzgemisch heraus eine einzelne Frequenzkomponente aufzuzeichnen. Dabei dürfen nur Spannungen oder Schalldrücke von Messfrequenz angezeigt werden, und nicht etwa auch die Störspannungen und Oberschwingungen. Diese Aufgabe löst eine Anordnung nach Fig. 4. Die Meßspannung entsteht aus der Ueberlagerung zweier Spannungen, von denen die erste eine konstante Frequenz von 12 kHz hat (G 12 kHz), die zweite dagegen im Intervall 12 bis 22 kHz veränderlich ist (G 12/22 kHz). Die im Ueberlagerer $\ddot{U}_1$ entstehende Differenzfrequenz liegt also zwischen 0 und 10 kHz und stellt die Messfrequenz dar. Die Spannung von der Frequenz 12 bis 22 kHz wird überdies dem Ueberlagerer $\ddot{U}_2$ unmittelbar zugeführt, so dass hinter $\ddot{U}_2$ immer die Frequenz 12 kHz des festen Generators als Differenzfrequenz auftritt. Es ist demnach nur noch nötig,

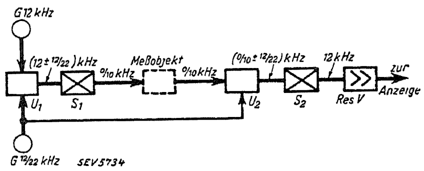


Fig. 4.
Selektive Aufzeichnung der Mess-Spannung.

das Sieb S_2 hinter dem Ueberlagerer $\ddot{U}_2$ auf die Frequenz 12 kHz abzustimmen und man erhält Ausschläge am Anzeigeinstrument, die ausschliesslich Spannungen von Messfrequenz anzeigen.

Allerdings muss das Filter S_2 punkto Flankensteilheit und Durchlassbereich ganz besonderen Anforderungen genügen.

Sein Durchlassbereich muss so schmal gemacht werden, dass mindestens die zweite Harmonische auch bei den tiefsten Frequenzen schon hinreichend unterdrückt wird. Das realisiert man mit einem entdämpften Sieb, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Der hochohmige Widerstand R_1 bildet mit dem Schwingungskreis LC einen Spannungsteiler; durch Rückkopplung über den Widerstand R_2 kann der Schwingkreis LC bequem gerade vollständig entdämpft werden. Die Flankensteilheit der Dämpfung über und unter der Resonanz hängt dann lediglich noch von der Grösse des Widerstandes R_1 ab und ist durch ihn regulierbar.

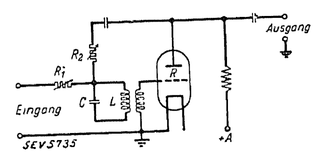


Fig. 5.
Entdämpftes Sieb.

Einen Ueberblick über die ganze Apparatur vermittelt Fig. 6, in der RI das Registrierinstrument bedeutet. Der Apparat zeichnet beispielsweise die Frequenzkurve eines Mikrophons in 1 bis 2 Minuten auf. Es ist mit ihm aber auch möglich, beliebige Spannungen oder Geräusche zu analysieren. So wurden z. B. mit dem Druckmesser Geräuschspektren von Elektromotoren aufgenommen. Da keine Spulen-

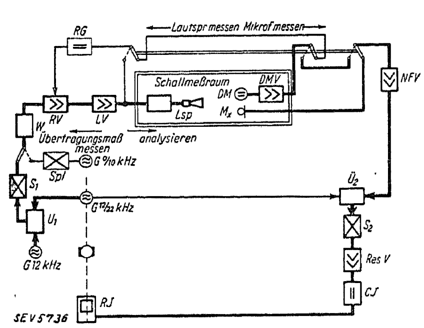


Fig. 6.
Vollständiges Schaltbild der Messapparatur.

leitung, sondern ein Bandfilter verwendet wird, treten die einzelnen Frequenzkomponenten im Spektrum als Spitzen sehr deutlich hervor, wodurch die Ursachen der Geräusche leichter zu erkennen sind.

Abgesehen von dem Vorteil der grossen Analysiergeschwindigkeit und der hohen Trennschärfe von 9 kHz zeichnet sich die ganze Apparatur gegenüber den Verfahren mit doppelter Ueberlagerung durch ihre Einfachheit und klare Aufzeichnung aus. — (*C. A. Hartmann* u. *H. Jacobi*, Elektr. Nachrichtentechn., Bd. 12 [1935], H. 6, S. 163.) *H. B.*

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

	E. W. Olten-Aarburg Olten		Wasser- und E. W. Romanshorn		E. W. Wil Wil (St. G.)		E. W. der Dorfkorporation Flawil (St. G.)	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1936	1935
1. Production d'énergie . kWh	?	?	—	—	—	—	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	?	?	2 222 310	2 204 500	2 201 150	2 259 300	1 782 150	2 099 750
3. Energie distribuée . . kWh	700 000 000	661 000 000	1 841 227	1 822 160	2 068 552	2 130 658	1 660 000	1 945 906
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	+ 5,9	+ 20	+1,0	+ 2,9	— 2,5	— 2,0	— 14	—
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . kWh	?	?	—	—	—	—	—	—
11. Charge maximum . . kW	?	?	640		750	?	498	?
12. Puissance installée totale kW	?	?	5 023	4 876	5 697	5 545	4 998	?
13. Lampes . . . . . . nombre	1)	1)	27 804	27 188	28 065	27 760	19 666	?
kW	1)	1)	1 130	1 105	1 465	1 449	ca. 800	?
14. Cuisinières . . . . . nombre	1)	1)	172	163	12	?	45	?
kW	1)	1)	258	238	51	?	217	?
15. Chauffe-eau . . . . nombre	1)	1)	236	211	70	?	163	?
kW	1)	1)	245	240	88	?	182	?
16. Moteurs industriels . nombre	1)	1)	633	611	1 062	1 011	533	?
kW	1)	1)	1 454	1 417	2 401	2 327	1 383	?
21. Nombre d'abonnements . . .	1)	1)	3 403	3 300	2 394	2 361	2 649	2 586
22. Recette moyenne par kWh cts.			14,4	14,4	15,95	16,15	11,78	?
Du bilan:								
31. Capital social . . . . . fr.	35 000 000	35 000 000	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . »	30 000 000	30 000 000	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	—	—	—	—	472 841	533 488	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	39 758 118	39 464 857	2	2	526 000	579 000	1	1
36. Portefeuille et participat. »	13 375 660	16 570 800	95 701	1 201	—	—	95 000	75 000
Du Compte Profits et Pertes:								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	7 076 097[2]	7 172 319[2]	264 440	262 673	319 756	326 007	195 611	232 318
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	1 039 319	955 984	—	—	—	—	4 164	3 955
43. Autres recettes . . . . . »	85 171	85 010	106 884	101 857	—	—	5 389	/
44. Intérêts débiteurs . . . . »	1 275 000	1 275 000	20 869	15 282	30 090	31 105	—	—
45. Charges fiscales . . . . »	1 039 642	1 012 657	5 242	4 781	—	—	—	—
46. Frais d'administration . . »	977 136	966 218	36 310	35 632	31 383	29 752	18 305	/
47. Frais d'exploitation . . . »			97 329	84 408	16 651	35 272	28 318	/
48. Achats d'énergie . . . . »	—	—	95 797	97 089	103 064	113 643	90 673	117 939
49. Amortissements et réserves »	1 647 260	1 621 845	25 903	61 390	102 168	88 322	32 232	20 956
50. Dividende . . . . »	2 800 000	2 800 000	—	—	—	—	—	—
51. En % . . . . %	8	8	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques . . . . fr.	—	—	87 992	63 819	35 756	28 431	54 000	55 000
Investissements et amortissements:								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	52 753 791	51 760 530	?	?	1 826 594	1 796 812	587 932	557 611
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	12 995 673	12 295 672	?	?	1 300 594	1 217 812	587 931	557 610
63. Valeur comptable . . . . »	39 758 118	39 464 857	2	2	526 000	579 000	1	1
64. Soit en % des investissements	75	76	0	0	28,8	32,2	0	0

1) Producteurs en gros, peu de vente en détail.
2) Produit net de la vente d'énergie.

Données économiques suisses.

(Extrait de «La Vie économique», supplément de la Feuille Officielle Suisse du commerce).

No.		Octobre 1935	Octobre 1936
1.	Importations (en 10^6 frs)	116,6	128,0
	(janvier-octobre)	(1045,0)	(949,6)
	Exportations (en 10^6 frs)	74,2	84,6
	(janvier-octobre)	(643,9)	(691,1)
2.	Marché du travail: demandes de places	82 386	86 866
3.	Index du coût de la vie (Juillet 1914 = 100)	129	132
	Index du commerce de gros (Juillet 1914 = 100)	93	103
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes)		
	Eclairage électrique cts/kWh (Juin 1914 = 100)	38 (76)	37,4 (75)
	Gaz cts/m³ (Juin 1914 = 100)	27 (127)	27 (127)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg (Juin 1914 = 100)	5,85 (119)	6,09 (124)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 28 villes	361	390
	(janvier-octobre)	(4464)	(2485)
5.	Taux d'escompte officiel %	2,5	2,0
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation 10^6 frs	1325	1412
	Autres engagements à vue 10^6 frs	327	1232
	Encaisse or et devises or[1]) 10^6 frs	1409	2456
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	85,27	91,07
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)		
	Obligations	88	118
	Actions	98	146
	Actions industrielles	166	229
8.	Faillites	79	65
	(janvier-octobre)	(780)	(825)
	Concordats	39	34
	(janvier-octobre)	(333)	(360)
9.	Statistique hôtelière: Moyenne des lits occupés sur 100 lits disponibles (au milieu du mois)	27,8	32,6
		Pour le 2[e] trimestre 1935	Pour le 2[e] trimestre 1936
10.	Recettes d'exploitation de tous les chemins de fer, y compris les CFF		
	Marchandises (en 1000 frs)	43 776	37 107
	(janvier-juin)	(82 858)	(72 137)
	Voyageurs (en 1000 frs)	32 938	30 847
	(janvier-juin)	(59 901)	(56 812)

[1]) Depuis le 23 septembre 1936 devises en dollars.

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois.

		Nov.	Mois précédent	Année précéd.
Cuivre (Wire bars)	Lst./1016 kg	48/15/0	46/5/0	39/15/0
Etain (Banka)	Lst./1016 kg	234/10/0	201/0/0	224/10/0
Zinc	Lst./1016 kg	16/2/6	15/3/9	16/3/9
Plomb	Lst./1016 kg	21/17/6	18/11/3	17/17/6
Fers profilés	fr. s./t	121.60	120.—	84.50
Fers barres	fr. s./t	133.25	131.50	92.50
Charbon de la Ruhr II 30/50	fr. s./t	1)	1)	35.70
Charbon de la Saar I 35/50	fr. s./t	42.20	1)	32.—
Anthracite belge	fr. s./t	70.50	1)	51.—
Briquettes (Union)	fr. s./t	46.55	1)	36.50
Huile p. moteurs Diesel (en wagon-citerne)	fr. s./t	95.50	79.50	75.—
Benzine	fr. s./t	144.—	144.—	144.—
Caoutchouc brut	d/lb	8 3/4	7 15/16	6 5/16

Les Prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

[1]) Prix du charbon pas encore fixés.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Ueber ein praktisches absolutes System, welches einen reibungslosen Uebergang von den bisherigen internationalen Einheiten zu den absoluten Einheiten gewährleistet.

Von *H. König*, Bern.

Bull. SEV 1936, Nr. 22, S. 621.

Von Herrn Dir. *Th. Boveri*, Baden, erhalten wir folgende Zuschrift:

Der sehr interessante Aufsatz von Herrn Dr. König legt die Frage nahe, wie sich der praktische Berechnungsingenieur zu dem vorgeschlagenen Maßsystem stellt, da dessen Stimme beim Entscheid über die Frage indirekt sicher ein bedeutendes Gewicht haben wird. In früheren Jahren stand man allgemein auf dem Boden des elektromagnetischen Maßsystems, und es schien als fast selbstverständlich, dass die Permeabilität des leeren Raumes μ_0 gleich eins sein müsse. Deshalb war in diesem Medium dann auch $B = H$. Daneben hat sich aber doch in den letzten Jahren teilweise die Gewohnheit eingebürgert $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9} \frac{\text{Henry}}{\text{cm}}$ oder, unter der ja jetzt beschlossenen Zugrundelegung des Meters $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Henry}}{\text{m}}$ $= 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Henry}}{\text{m}}$ zu setzen und in Verbindung damit für die Dielektrizitätskonstante

$$\varepsilon_0 = \frac{10^7}{4\,\pi\,c^2}\,\frac{\text{Farad}}{\text{m}} = 0{,}886 \cdot 10^{-11}\,\frac{\text{Farad}}{\text{m}}$$

Dann wird $A^2 = c^2\,\varepsilon_0\mu_0 = 1$.

Die Unterscheidung von B und H im leeren Raum erleichtert die Entscheidung von Fragen wie derjenigen, ob es bei der Kraftwirkung zwischen Magnetfeld und Strom auf B oder H ankomme. Sodann gestattet das erwähnte System, direkt mit den gesetzlichen Einheiten, ohne Verwendung des Faktors 4π zu rechnen, der nur noch im Coulombschen Gesetze auftritt, welches man praktisch aber kaum braucht. Herr Dr. König bemerkt zwar mit Recht, dass die Frage der Wegschaffung des Faktors 4π mit seinem System nichts zu tun habe, aber die Tatsache, dass manche Ingenieure mit dem irrationalen Wert $\mu_0 = 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Henry}}{\text{m}}$ rechnen, erleichtert doch bedeutend die Einführung eines Systems, bei dem μ_0 nicht gleich der unbenannten Zahl eins ist. Nennen wir, ohne einen dahingehenden Vorschlag machen zu wollen, der Kürze halber die Einheit der Permeabilität ein Perm, so haben wir neben der bekannten Gleichung

$$1 \text{ Volt mal } 1 \text{ Amp.} = 1 \text{ Watt}$$

noch die weitere, die aus der Beziehung $B = \mu_0 \cdot H$ fliesst

$$1\,\frac{\text{Voltsekunde}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Perm mal } 2\,\frac{\text{Amp.}}{\text{m}}$$

oder

$$1\,\frac{\text{Volt}}{\text{Amp.}} \cdot \frac{\text{Sekunde}}{\text{m}} = 1\,\frac{\text{Ohm} \cdot \text{Sekunde}}{\text{m}} = \frac{1 \text{ Henry}}{\text{m}} = 1 \text{ Perm.}$$

Aus der letzten Gleichung sieht man besonders gut, wie man durch passende Wahl der Permeabilitätseinheit irgendeine Ohm-Einheit unterbringen kann. Der genaue Wert des in der Permeabilitätseinheit steckenden Faktors p kann dem praktischen Rechner tatsächlich gleichgültig sein.

Th. Boveri.

—

Der Autor erwidert folgendes:

Die Praktiker sind, wie Herr Dir. Boveri bemerkt, in der Tat durch das Arbeiten mit der Zahl $1{,}256000 \cdot 10^{-6}$ gewissermassen vorbereitet auf die Einführung einer Einheit, die dem

Prinzip der reinen Zehnerpotenzen widerspricht. Ich bin auch von Herrn Prof. Landolt darauf hingewiesen worden, dass ein der genannten Zahl entsprechender Faktor

$$p = \frac{4\,\pi}{1{,}256\,000 \cdot 10^{-6}} = 1{,}000\,507 \cdot 10^{7}$$

allen Anforderungen genügen würde.

In meiner Arbeit habe ich absichtlich davon abgesehen, diese besondere Zahl zu nennen, um mich möglichst von jeder, einer speziellen Geschmacksrichtung entspringenden Zahl fernzuhalten, weil ich glaubte, nur auf diese Art zum Ausdruck bringen zu können, dass in diesem Stadium, wo die Gegensätze so gross sind, nur solche Vorschläge einige Aussicht auf allgemeine Billigung haben, welche genügend allgemein gehalten sind. Ich habe aus diesem Grund auch nicht die experimentell näherliegende Zahl $1{,}000480 \cdot 10^7$ gewählt, sondern $1{,}000500 \cdot 10^7$, um das *Grundsätzliche* herauszuheben.

Ich wäre restlos befriedigt, wenn eine Diskussion über die spezielle Grösse dieser Zahl entbrennen würde und die Elektrotechniker darob vergessen würden, dass sie die Permeabilität als Einheit nicht recht leiden mögen und die Absolutisten dabei ihren Standpunkt (1,000000) fahren lassen würden. *H. König.*

Miscellanea.

In memoriam.

Albert Utinger †. Dem am 5. Okober 1936 in Zug infolge eines Schlaganfalles im 81. Lebensjahr verstorbenen Direktor Albert Utinger-Speck fällt das grosse Verdienst zu, neben andern gleichgesinnten Männern in dem im Jahre 1889 gegründeten SEV, desgleichen dann auch im VSE während vieler Jahre anregend und fördernd gewirkt zu haben.

Mit lebhaftem Geist und offenem Blick ausgestattet, interessierte sich der laut Mitteilungen aus Zug ursprünglich für das Hotelfach bestimmte, sprachlich gut ausgebildete Albert Utinger schon früh für die technischen Unternehmungen, die der Entwicklung seiner Vaterstadt und deren wirtschaftlichem Einzugsgebiet von Nutzen sein konnten. Zu diesem Zwecke erwarb er sich die ihm in Ermangelung einer besondern Vorbildung fehlenden Kenntnisse auf dem Gebiete des Wasserbaues und der Elektrotechnik durch eifriges Selbststudium. So ergab sich seine Tätigkeit als Mitglied des Verwaltungsrates und der Baukommission der Wasserversorgung Zug mit Ausnützung der Quellen im Lorzetobel und in den



Albert Utinger
1855—1936

Jahren 1891/93 die Erstellung des Elektrizitätswerkes mit Kraftstation an der Lorze, dem er, wie auch der Wasserversorgung, während einer Reihe von Jahren als Direktor vorstand; während dieser Zeit wurde dem Unternehmen noch das Gaswerk Zug angegliedert. Im Jahre 1904 übernahm Albert Utinger die Leitung der Schweizerischen Glühlampenfabrik in Zug, gleichzeitig Direktionsmitglied der A.-G. Wasserwerke Zug bleibend; Direktor der Glühlampenfabrik war er bis zu deren Liquidation im Jahre 1925.

Mit seinem Eintritt in den SEV im Jahre 1891 als Einzelmitglied und mit der Zuführung des Elektrizitätswerkes Zug als Kollektivmitglied im Jahre 1892 bekundete Utinger frühzeitig sein Interesse für die Bestrebungen des SEV und vom Jahre 1895 an, nach dessen Gründung, auch für diejenigen des VSE, in den er das Elektrizitätswerk Zug als Gründermitglied aufnehmen liess. Die von ihm geleitete Glühlampenfabrik Zug trat im Jahre 1904 dem SEV als Kollektivmitglied bei.

Wir konnten den Verstorbenen bis in sein vorgerücktes Alter an unsern Generalversammlungen als regelmässigen Teilnehmer, der stets mit lebhaftem Interesse den Verhandlungen folgte, begrüssen. Und wenn wir heute die Jahrbücher des SEV bis Ende 1909 und daran anschliessend bis in das zweite Dezennium des laufenden Jahrhunderts die Bulletins des SEV durchgehen, konstatieren wir, dass Utinger von unsern Verbänden nicht nur empfing, sondern ihnen auch bereitwillig seine Erfahrungen und sein Wissen zur Verfügung stellte. Dem VSE diente er mehrmals als Protokollführer von Generalversammlungen und als Mitglied einer Redaktionskommission für die Statuten. Im Geschäftsjahre 1901/02 leitete er als Direktor des Elektrizitätswerkes Zug den VSE als Vorort. In diesen Jahren und nachher noch bis zu seiner Wahl als Direktor der Glühlampenfabrik Zug beschäftigten ihn besonders Glühlampenfragen, worüber er wiederholt an Generalversammlungen des VSE als Mitglied der Spezialkommission über stromsparende Lampen berichtete. Es war damals die Zeit, da die Gaswerke anfingen, mit dem Gasglühlicht (Pressgas) der Kohlenfadenlampe, deren weitere technische Entwicklung sich als beschränkt erwies, fühlbare Konkurrenz zu machen und die Elektrizitätswerke sich für leistungsfähigere Lampen interessieren mussten. Ein Ausdruck dieser Bemühungen ist der Bericht der «Nernstlampenkommission», den Utinger an der Generalversammlung des VSE vom 15. August 1903 in Lausanne vortrug und wo er über die Nernstlampe und die ersten Metallfadenlampen, über kleine Bogenlampen und die Quecksilberdampflampe von Cooper Hewitt sprach. In der Folge musste dann, wie bekannt, in der Schweiz namentlich für Innenbeleuchtung die Gasbeleuchtung zugunsten der elektrischen Beleuchtung ganz zurücktreten.

Die Ausgestaltung der Statistik der Elektrizitätswerke, die Behandlung der Unfallfragen, die Eichung von Gleichstromzählern in der damaligen Zählerfabrik Theiler & Cie. in Zug, als die Eichstätte des SEV noch nicht in Funktion war, liessen ihn an Generalversammlungen ebenfalls zum Wort kommen. Im Jahre 1907 wurde Albert Utinger Mitglied der Kommission des SEV für Normalien für Sicherungen und Leitungsmaterial, der er bis zum Jahre 1911 angehörte. Die Generalversammlung des VSE von 1903 wählte ihn neben dem verstorbenen Direktor Allemann, Olten, als Mitglied der Schweiz. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, der er, wie auch Herr Allemann, bis zu ihrer Schlußsitzung vom 8. Juli 1916 in Brig angehörte. Als im Jahre 1905 der SEV und der VSE eine gemeinsame Kommission bestellten zur Beratung der Entwürfe für das Eidg. Wasserrechtsgesetz, das dann als «Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte» am 22. Dezember 1916 von der Bundesversammlung zum Beschluss erhoben und auf 1. Januar 1918 in Kraft gesetzt wurde, war es gegeben, dass auch Direktor Utinger in sie gewählt wurde. Ueber die Tätigkeit dieser zwei letztgenannten Kommissionen berichtete er mehrmals an Generalversammlungen.

So war Utinger in allen Angelegenheiten, zu denen der SEV und der VSE ihn zur Mitarbeit riefen, mit lebhaftem Interesse dabei und es kann wohl gesagt werden, dass eine Darstellung dieses Wirkens ein Spiegelbild der Entwicklung des SEV und VSE von deren Gründung an bis in das zweite Dezennium des laufenden Jahrhunderts ist. Beide Verbände danken ihm für seine hingebende Mitwirkung, der SEV namentlich dafür, dass ihm der Verstorbene bis zu seinem Lebensende die Treue hielt; beide werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Aus den in der Tagespresse von Zug enthaltenen Nachrufen geht im weitern hervor, dass es in dieser Stadt und im Kanton Zug kaum eine Angelegenheit öffentlicher Natur gab, der Albert Utinger, stets gesundem Fortschritt huldigend, nicht von jugendlichen Jahren an seine Mitwirkung lieh (Militär, Feuerwehr, allgemeine Verkehrsbestrebungen, Strassenbahnen, Politik, Schulwesen usw.). Darauf näher einzutreten, müssen wir uns an dieser Stelle leider versagen.

F. L.

Kleine Mitteilungen.

Einstellung einer SBB-Linie. Der Bundesrat ermächtigte am 24. November 1936 die Schweizerischen Bundesbahnen, den Betrieb auf der Strecke Otelfingen-Niederglatt einzustellen. Die Linie wurde am 1. Oktober 1877 mit einer Betriebslänge von 19 km eröffnet. Sie bedient nur zwei Haltestellen, Buchs, das einen Bahnhof an der Linie Seebach-Wettingen hat, und Oberhasli, das nicht weit von der Station Oberglatt entfernt ist. Der gegenwärtige Fahrplan weist täglich fünf Zugsverbindungen in der einen und vier in der andern Richtung auf. In der Neuen Zürcher Zeitung Nr. 2031 vom 25. November 1936 ist die Geschichte dieser Linie kurz skizziert, deren Entstehung in die unglückliche Nationalbahnzeit fällt.

Kurs für gewerblichen Atemschutz und Rettungsgasschutz. Das Hygiene-Institut und das Betriebswissenschaftliche Institut der Eidg. Technischen Hochschule veranstalten vom 11. bis 12. Dezember 1936 im Hygiene-Institut der ETH, Clausiusstrasse 25, einen Kurs für gewerblichen Atemschutz und Rettungsgasschutz. Das Kursgeld beträgt für Mitglieder der Förderungsgesellschaft des Betriebswissenschaftlichen Institutes an der ETH Fr. 38.—, für alle übrigen Teilnehmer Fr. 48.—. Für die praktischen Uebungen stehen den Kursteilnehmern Ueberkleider zur Verfügung. Der Kurs wird geleitet von Herrn Dr. chem. K. Steck. Programm und Auskunft sind beim Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH erhältlich.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬ ▬▬ ▬ ▬▬▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Conducteurs isolés.

A partir du 15 octobre 1936.

Howag S. A., Wohlen (Arg.).

Fil distinctif de firme: rouge.

Cordon rond, élastique, exécution spéciale, GRg toroné, cond. double et triple, 0,75 et 1 mm² (construction selon les §§ 22 et 27 des normes de l'ASE pour conducteurs isolés).

Interrupteurs.

A partir du 1^er novembre 1936.

Société Anonyme des Produits Electrotechniques Siemens, Dép.: Siemens-Schuckert, Zurich (Repr.: de Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin).

Marque de fabrique:

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; cape en résine synthétique moulée brune (b) ou crème (wi).
No. K 6/7 nb, nwi: interrupteur de croisement, unipol., schéma VI.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice ronde ou carrée en résine synthétique moulée brune ou crème ou en verre et disque rond en résine synthétique moulée brune ou crème.

No. K 6 n ...*): interrupteur ord., unipol., schéma 0
» K 6/5 n...*): interrupt. à gradat., unipol., » I
» K 6/6 n...*): inverseur, unipolaire, » III
» K 6/7 n...*): interr. de croisement, unipol., » VI

*) bs, wis, gbs, gws, bes, wes, gbes, gwes (fixation par étrier à vis).
*) bk, wik, gbk, gwk, bek, wek, gbek, gwek (fixation par étrier à griffes).

Retrait du droit à la marque de qualité de l'ASE.

En base de l'article 14 du contrat, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été retiré à la firme

Busch-Jaeger,
Lüdenscheider Metallwerke Aktiengesellschaft,
Lüdenscheid (Westphalie)

(Repr.: Remy Armbruster jun., Holbeinstr. 27, Bâle)

Marque de fabrique:

pour les interrupteurs mentionnés ci-après:

Interrupteurs de chauffage (interr. de réglage, unipol.) 250 V= 380 V~ 15 A No. 404/8 J
Interrupteurs de chauffage (interr. à gradat., unipol.) 250 V= 380 V~ 15 A No. 404/18 J

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 septembre 1936.

Fabrique d'appareils Solis, Zurich.

Marque de fabrique: plaquette de firme.

Douche à air chaud, Nos. du catalogue 101 et 102, 500 W, pour les tensions 110—130, 140—160 et 210—240 V.
Douche à air chaud avec moteur à collecteur série, No. du catalogue 105, 550 W, pour les tensions 110—130, 140—160 et 210—240 V.
Douche à air chaud avec moteur asynchrone monophasé, 500 W, pour les tensions 110—130 et 210—240 V.

Communications des organes des Associations.

Inspectorat des installations à courant fort.

Suppression du bureau de Berne.

Le 31 octobre, le bureau de Berne de l'inspectorat des installations à courant fort, installé en son temps à titre provisoire et domicilié en dernier lieu Bubenbergplatz 8, a été supprimé.

Fondation Denzler.

Appel aux membres.

La commission de la Fondation Denzler invite tous les membres de l'ASE à indiquer au secrétariat général des thèmes qui selon les statuts de la Fondation, seraient susceptibles de former des sujets de concours. (Voir à la page 713 du dernier numéro.)

Attendu que bien des ingénieurs suisses sont dans une situation précaire, il y a lieu de formuler le thème de façon à ce qu'un grand nombre d'ingénieurs et techniciens électriciens puissent participer au concours et que l'on puisse plus particulièrement récompenser des travaux émanant de candidats qui ne disposent pas des laboratoires d'essai et des expériences directes d'une grande entreprise.

La commission de la Fondation Denzler espère recevoir de nombreuses suggestions, ce qui lui permettra de formuler le sujet le plus favorable et, partant, d'utiliser au mieux le Fonds dont la gestion lui est confiée.

Soyez prudents lorsqu'on vous demande des renseignements.

Le *Département militaire fédéral* communique que, ces derniers temps, certains individus essayent de toute manière de se procurer des informations au sujet des exploitations vitales, des chemins de fer, des usines électriques, etc. Ces jours par exemple, un éditeur étranger distribue en Suisse un questionnaire sur la distribution d'électricité dans différentes localités.

La population devrait se rendre compte que chaque renseignement donné à un tiers, en particulier à un étranger, oralement ou par écrit, nuit aux intérêts du pays. Elle est donc priée de refuser strictement toute information sur des entreprises militaires ou vitales, installations et institutions du pays.

Service de défense aérienne passive.

1. Vu l'arrêté du Conseil fédéral du 29 septembre 1934 concernant la défense aérienne passive de la population civile contre les attaques aériennes et l'arrêté de l'Assemblée fédérale du 6 octobre 1936 sur la nouvelle organisation des troupes, art. 10, le Conseil fédéral a décidé le 10 novembre 1936 la création d'un nouveau Service pour la défense aérienne passive. Il autorisa simultanément le Département militaire fédéral à organiser le nouveau Service et à prendre toutes les dispositions nécessaires s'y rapportant.

2. Dans sa séance du 10 novembre 1936, le Conseil fédéral confia la direction du nouveau service à Monsieur le Professeur Dr von Waldkirch, né en 1890, de Schaffhouse, à Berne, Président de la Commission fédérale pour la défense aérienne passive, à qui la charge de Chef d'un Service du Département militaire fédéral a été assignée par contrat.

3. Le Département militaire fédéral a émis, en même temps que le décret du 10 novembre, les dispositions nécessaires de prime abord au nouveau Service.

4. Les tâches du Service sont: la défense aérienne passive
a) de la population civile,
b) des bâtiments et établissements de l'administration fédérale.

5. La Commission fédérale pour la défense aérienne passive assiste le Service en qualité d'organe consultatif. Elle conserve la dénomination de «Commission fédérale pour la défense aérienne passive».

6. L'Office fédéral pour la défense aérienne passive est englobé dans le nouveau Service. En l'occurence la dénomination «Office fédéral pour la défense aérienne passive» tombe.

7. Monsieur Max Koenig, ing. dipl., jusqu'ici Directeur de l'Office fédéral pour la défense aérienne passive, fonctionne comme Chef de Section du Service et simultanément comme suppléant du Chef de Service.

8. Le Service a son siège Waisenhausplatz 27, à Berne. L'installation dans ces bureaux se fait le mercredi 2 décembre 1936.

9. Toutes les lettres et requêtes sont à adresser exclusivement au «Service de défense aérienne passive, Waisenhausplatz 27, Berne», sans mention d'adresses personnelles.

10. Le Service garde provisoirement le numéro de téléphone de l'ancien Office fédéral pour la défense aérienne passive, N° 36.295.

Nouvelle réglementation des prix d'achat et de vente des vieux métaux et déchets de métaux neufs, ainsi que l'approvisionnement du pays dans ces matières.

Le Service fédéral du contrôle des prix nous communique les *prescriptions* suivantes:

1° Sont considérés comme métaux dans le sens des présentes prescriptions, tous les métaux, y compris le fer, à l'exception, cependant des métaux précieux. Pour tous les vieux métaux et les déchets de métaux neufs cités ci-dessous, sont valables, à partir du 7 novembre 1936, les prix et conditions suivants:

	Prix maxima à payer par le commerce: fr. par 100 kg	Prix maxima à payer par les usines: fr. par 100 kg
I. *Cuivre:*		
Vieux cuivre comme: fils de cuivre nus de plus de 3 mm; coupons, tournures, lamelles, tuyaux; non étamés et sans soudure	62—64	69—71
II. *Laiton:*		
1° *Déchets de laiton neufs.*		
a) bouts de barres, coupons et déchets de fils de laiton	43—44	47—48
b) tournures (teneur en étain ne dépassant pas 0,5 %)	33—34	37—38
2° *Vieux laiton.*		
a) laiton léger	25—27	32—33
b) laiton lourd	35—36	42—43
3° *Douilles de cartouches, vides*	48—49	54—55
III. *Zinc.*		
1° Zinc dur	19—20	22—23
2° Vieux zinc	14—15	20—21
IV. *Plomb* (vieux plomb doux) .	23—24	30—31
V. *Vieux bronze*	63—65	71—73
VI. Déchet de maillechort, Tombac, Bronze	suivant la teneur en étain ou l'alliage aux taux correspondant aux autres métaux.	
VII. *Aluminium.* Vieil aluminium et déchets d'aluminium neufs	prix pratiqués *à la veille* de la dévaluation.	
VIII. *Fer et acier.*		
1° Chutes de fer jusqu'à 60 cm de longueur, prêt au four, sans admixtion de paquets de fils ou de tôles	marges effect. (non pourcentages) jusqu'ici en vigueur, marges correspondant aux prix à l'usine.	4.30
2° Fers à cheval et autres fers accessoires (jusqu'à 40 cm de longueur)	»	5.50
3° Tournures de fer et d'acier	»	2.—
4° Tournures de fonte grise pour fonderie	»	2.60
5° Tournure de fonte grise pour l'industrie chimique	»	3.50
6° Fonte de vieilles machines, prête au four	»	5.50

En ce qui concerne l'établissement des prix des vieux métaux et des déchets de métaux neufs non mentionnés ci-dessus, on procédera par analogie.

2° Les prix cités sous chiffre 1 «Prix payés par le commerce» sont ceux que les grossistes payent directement aux fournisseurs, aux intermédiaires ou aux collecteurs. Ces prix s'entendent au départ de la station du fournisseur ou du centre collecteur.

Quant aux collecteurs et petits marchands, on leur assurera pour le moins les marges jusqu'ici en vigueur.

Par «prix payés par les usines» on entend les prix des grossistes faits aux usines travaillant ces métaux (fonderies), prix franco station de l'usine.

Tous les prix indiqués ci-dessus sont des prix maximums pour marchandises de première qualité, aux 100 kg, qui ne peuvent être dépassés ni par les marchands ni par les usines. Pour le fer et l'acier seulement et exceptionnellement des autorisations spéciales et écrites pourront être délivrées sur requête présentée au service du contrôle des prix, lorsqu'elles sont motivées par des frais de transport supérieurs ou qu'il s'agit de pièces spéciales, de même pour des importations nouvelles.

Lorsqu'il s'agit de qualités inférieures ou de petites quantités ou de frais de transport élevés, on procédera aux déductions usitées dans la branche.

3° Les contrats suisses en cours entre le commerce et les usines travaillant ces métaux, doivent être exécutés aux conditions jusqu'ici en vigueur.

4° Les deux prix, pour le commerce et les usines, figurant ci-dessus doivent être interprétés dans ce sens que le commerce est tenu de livrer les vieux métaux et les déchets de métaux neufs aux usines dans les proportions habituelles, et que les usines, de leur côté, sont autorisées à acheter directement sur le marché libre, en quantités ordinaires, et sans passer par le commerce, des vieux métaux ou des déchets de métaux neufs. Les marchands ont l'obligation de n'accepter de fournir de nouveaux clients qu'après avoir approvisionné la clientèle ordinaire en quantités ordinaires de vieux métaux et de déchets de métaux neufs. Il est interdit aux usines d'acheter directement sur le marché libre des quantités supérieures à leurs besoins normaux.

Les usines ont l'obligation de tenir compte dans leur calcul de tous leurs achats de vieux métaux et de déchets de métaux neufs de manière à contribuer ainsi au maintien des prix suisses à un niveau aussi bas que possible.

Les chiffres d'affaires trimestriels moyens de l'année 1935 en métaux vendus ou écoulés en qualité d'intermédiaires serviront de base pour la fixation des achats auxquels ont droit les intéressés.

5° Dans les 5 jours suivant la réception des présentes prescriptions, les *usines* fourniront au service fédéral du contrôle des prix les renseignements suivants:

a) Les quantités de vieux métaux et de déchets de métaux neufs achetées en 1935 sur le marché libre, dénombrées d'après les genres de métaux, en spécifiant si elles ont été livrées par le commerce ou directement par les fournisseurs (sont réputés fournisseurs les vendeurs *immédiats* tels que usines électriques, chemins de fer, usines de produits métallurgiques).

b) Les quantités de vieux métaux et de déchets de métaux neufs achetées dans la période allant du 26 septembre au 31 octobre 1936, détaillées par genres de métaux et avec indication du nom du commerçant qui les a livrées ou du fournisseur immédiat.

c) On nous informera dans les 3 jours suivant le 15 et le dernier jour de chaque mois des quantités de vieux métaux et de déchets de métaux neufs achetées sur le marché libre, détaillées d'après les genres de métaux et en spécifiant si ces marchandises ont été livrées par le commerce ou directement par le fournisseur. Devra être indiqué également le nom du vendeur.

6° Les marchands fourniront les renseignements suivants:

a) dans les 5 jours dès la réception de la présente: les stocks en présence à la mi-octobre 1936, pour autant que ce renseignement n'ait pas déjà été donné;

b) les quantités exportées depuis le 26 septembre 1936;

c) les livraisons effectuées aux usines dans la période allant du 26 septembre au 31 octobre 1936, détaillées d'après les genres de métaux, en indiquant les quantités et le nom de l'usine;

d) dans les 3 jours suivant le 15 et le dernier jour de chaque mois, les marchands nous communiqueront leurs achats et leurs ventes de vieux métaux et de déchets de métaux neufs.

Les marchands sont tenus de vendre aux usines les 50 pour-cent de leurs stocks en présence le 26 septembre 1936, aux prix cités sous chiffre 1 des présentes prescriptions.

7° Au cas où on disposerait de quantités de déchets supérieures aux moyennes trimestrielles de 1935, les marchands ont l'obligation de demander une autorisation spéciale avant de vendre ce surplus aux usines. De leur côté, les usines sont tenues de nous demander une autorisation spéciale si elles désirent acheter directement sur le marché libre des quantités supérieures aux moyennes trimestrielles de 1935.

Ces autorisations ne seront délivrées qu'au moment où l'on pourra se rendre exactement compte de la situation du marché.

8° Après examen des pièces justificatives par le service fédéral du contrôle des prix, les maisons qui jusqu'ici ont *exporté* des vieux métaux et des déchets de métaux neufs pourront obtenir une autorisation générale pour l'exécution d'anciens contrats d'exportation aux conditions de l'ancien régime. Pour ce qui concerne de nouvelles affaires d'exportation, pour lesquelles une réduction ou la suppression des droits de douane est requise, l'exportateur devra nous demander une autorisation écrite. Celle-ci ne sera délivrée que si la maison en question a suffi à ses obligations relatives à l'approvisionnement des usines suisses, conformément aux présentes dispositions. Toutefois les autorisations relatives à de nouvelles exportations ne seront délivrées d'une manière générale et dans l'intérêt de l'approvisionnement du pays, contre payement d'une taxe administrative, que pour les métaux qui ne sont pas ou peu utilisés en Suisse. Les droits de sortie pourront, le cas échéant, être réduits ou supprimés pour les déchets de métaux neufs dans les cas où ces déchets proviennent de métaux importés après le 26 septembre 1936. Toutes les demandes y relatives devront être adressées au service du contrôle des prix du département fédéral de l'économie publique, Bernastrasse, 21, à Berne.

9° Les déchets de métaux neufs ayant fait l'objet de contrats de livraison avec les entreprises métallurgiques, ne tombent pas sous ces prescriptions; ces déchets devront être livrés aux entreprises en question conformément aux contrats.

Concerne Association métallurgique S. A.

Les entreprises affiliées à la dite association devront acquitter également les bonifications de reprises correspondantes pour les déchets des produits semi-ouvrés neufs livrés conformément au prix-courant d'exportation du 28 septembre 1936.

10° Sauf autorisation préalable, donnée expressément et par écrit par le service du contrôle des prix du département fédéral de l'économie publique, il est interdit aux marchands, intermédiaires et usines, ainsi qu'à toute personne physique ou juridique en général, s'occupant régulièrement ou occasionnellement du commerce ou de la fabrication de métaux neufs ou vieux, d'acheter aux particuliers des métaux neufs de tout genre et de toute forme; il leur est de même interdit de prêter leur concours à des particuliers pour l'écoulement de métaux neufs appartenant à ces derniers.

Sont considérés comme particuliers au sens des présentes prescriptions les personnes physiques et juridiques qui ne s'occupent pas professionnellement, d'une manière évidente, soit régulièrement ou occasionnellement, du commerce, du travail, etc. de métaux neufs. En conséquence seront notamment réputés particuliers, les personnes qui ont constitué des stocks de métaux dans un but d'accaparement ou de spéculation.

Pour le cas où des stocks de métaux neufs auraient été achetés à des particuliers depuis le 26 septembre 1936, le service fédéral du contrôle des prix devra en être avisé.

11° Les contrevenants aux présentes prescriptions sont passibles des peines prévues aux articles 11 et suivants de l'ordonnance I du département fédéral de l'économie publique, du 27 septembre 1936, et des ordonnances ultérieures édictées par le dit département. En cas d'infraction, on pourra

notamment refuser les autorisations spéciales mentionnées sous chiffres 7 et 8 ci-contre.

12° Les présentes prescriptions entrent immédiatement en vigueur, pour une période indéterminée. En principe, elles seront maintenues durant l'année 1937 dans l'intérêt de l'approvisionnement du pays.

Département fédéral de l'Economie publique.
Service du contrôle des prix.

Comité des interrupteurs de la CIGRE.

On sait que le Comité des interrupteurs de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE) est présidé par M. le professeur Juillard et que les Suisses ont apporté déjà d'importantes contributions à l'étude des problèmes qui se posent dans ce domaine. En particulier et en vue de la session 1937 de la CIGRE, le souscomité suisse a entrepris des essais systématiques sur les phénomènes qui accompagnent la coupure des courts-circuits de réseau par les interrupteurs à haute tension. Le 27 octobre, quelques spécialistes de ces questions ont assisté aux Ateliers de construction Oerlikon à quelques essais préliminaires, ou plus exactement au relevé de la courbe de rétablissement de la tension aux bornes de l'interrupteur au moyen de l'oscillographe cathodique. Cette démonstration a été suivie à Zurich d'un échange de vues introduit par le président, M. Juillard, ayant trait à l'expression mathématique approchée du phénomène de rupture et à l'interprétation des écarts entre la courbe théorique et la courbe réelle. Le programme des travaux, expérimentaux et théoriques, à poursuivre immédiatement pour mettre au point à temps le rapport que le Comité se propose de soumettre à la prochaine session de Paris, a été précisé et leur exécution confiée aux spécialistes de Zurich, Oerlikon et Lausanne, qui forment la cheville ouvrière du Comité des interrupteurs.

Commission des perturbations téléphoniques.

Après une interruption de plus de 6 ans et demi, le groupe a (téléphonie et télégraphie) de la commission pour l'étude des perturbations du courant faible par le courant fort a repris son activité. Dans sa séance du 27 novembre à Zurich, présidée par le professeur Kummer, il a pris connaissance d'un rapport d'ensemble de M. Keller, chef de la section des essais à la division des télégraphes et des téléphones des PTT à Berne, intitulé «Telephonstörungen durch Starkstrom». Après une discussion générale des divers chapitres de ce rapport et considérant l'actualité des manifestations nouvelles par lesquelles l'influence perturbatrice du courant fort se fait sentir sur le courant faible, la commission a décidé:

1° de demeurer en fonctions, les motifs invoqués il y a quelques années de mettre en doute sa raison d'être ayant cessé d'être valables aujourd'hui;

2° de créer un comité de travail, que présidera le professeur Forrer, ayant pour tâche de formuler et d'ordonner par rang d'urgence les problèmes à envisager, puis d'examiner ceux-ci avec la collaboration des spécialistes, membres de la commission, représentant les installations perturbatrices considérées, pour que la commission plénière n'ait plus qu'à tirer les conclusions.

M. le professeur Forrer avait été invité à prendre part à la séance, en sa qualité de prédécesseur de M. Keller comme représentant des PTT dans la commission, et parce que cette dernière désirait ne pas se séparer de lui. La commission d'administration de l'ASE et de l'UCS va sanctionner prochainement le choix de M. Forrer comme membre indépendant des PTT dans la commission des perturbations électriques.

Commission des perturbations radioélectriques.

Pour donner suite à un vœu émis à l'issue de la séance du Comité technique pour le CISPR, tenue le matin du 5 novembre (voir Bull. ASE No. 23, p. 684), on a constitué d'abord, au début de l'après-midi, en présence des sous-commissions I et III de la commission des perturbations radioélectriques, un comité restreint, formé de quelques membres de cette commission, qui a pour tâche d'établir un tableau des frais que nécessiterait dans toute la Suisse un déparasitage général jusqu'à la limite tolérée par l'ordonnance fédérale et par la proposition du CISPR.

Sous-commission I (appareils): Depuis le mois de juin 1934, cette sous-commission ne s'était pas réunie, sa tâche principale ayant pris fin avec la publication de l'«Ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer sur la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques causées par les installations à courant fort et à courant faible», du 29 janvier 1935. Dans sa 7e séance, le 5 novembre 1936 à Zurich, cette sous-commission avait à se prononcer sur quelques questions actuelles. Elle a d'abord pris connaissance d'une communication de la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur l'épreuve des condensateurs antiparasites, ce qui donna l'occasion de souligner les inconvénients d'une trop grande diversité de types, mais aussi la difficulté pour les fabricants d'en restreindre le nombre sans mécontenter les clients. Le président, M. Roesgen, fit ensuite une communication relative à des mesures de tensions perturbatrices effectuées sur les petits moteurs et appareils électriques du village de Cartigny (Genève), montrant l'efficacité du déparasitage[1]). M. Roesgen a parlé en outre de la campagne antiparasite entreprise à Genève en automne 1936 par l'Association «Pro Radio», et qui prouve qu'avec de la bonne volonté, à condition de préparer le public, si possible avec le concours bénévole du service électrique, on arrive facilement et sans grands frais à éliminer la plus grande partie des perturbations radioélectriques ayant leur source dans les maisons. Pour terminer, l'Administration des PTT a été chargée d'établir une liste des appareils électro-domestiques qui devraient être déparasités de prime abord (c'est-à-dire avant d'être mis en vente), en tenant compte non seulement de l'intensité, mais de la fréquence des parasites, les plus bruyants n'étant pas nécessairement les plus répandus. Cette liste servira de base à une discussion ultérieure.

Sous-commission III (lignes): C'est le 5 novembre également que la sous-commission III a tenu sa 5e séance. Elle avait à prendre connaissance d'un certain nombre de procès-verbaux d'essai distribués depuis la dernière séance (juin 1935), émanant la plupart de la Station d'essai des matériaux de l'ASE, en partie aussi de l'Administration des PTT, et qui ont pour objet les propriétés radioperturbatrices de différents types d'isolateurs; on a relevé à cet égard l'amélioration due à l'emploi de vernis semi-conducteurs, moyen qu'il convient toutefois d'appliquer avec circonspection et discernement. M. Dick, de la Station d'essai de l'ASE, a rendu compte ensuite de mesures d'isolement et de courants dérivés sur une ligne à haute tension, exécutées en présence du président de la sous-commission, M. Leuch, qui donnent des indications sur l'effet perturbateur des lignes aériennes. Enfin, M. Gerber des PTT a fait une communication sur les résultats de mesures de la tension perturbatrice, obtenus au moyen de l'équipement ambulant des PTT, sur une ligne à 18 000 V du service de Genève, à Jussy.

Comité Technique 8 du CES.

Tensions normales, courants normaux, isolateurs.

Lors de sa 3e séance qui eut lieu le 27 novembre à Aarau sous la présidence de monsieur Roth, le CT 8 examina à titre définitif les propositions et avis du CES à remettre à la CEI à propos des courants normaux, des essais de choc, de l'essai de résistance aux chocs des isolateurs, des règles générales pour l'essai des isolateurs et des conditions techniques pour transformateurs d'essai. Il liquida également la proposition de fonder un comité de coordination de l'isolement des installations électriques dans le cadre de la CEI, de sorte que celle-ci peut être approuvée par le CES et transmise plus loin. Un projet de la CEI pour les isolateurs fit l'objet d'un échange général d'idées; il pourra être examiné en détail à la prochaine séance. La discussion d'un programme d'essai pour isolateurs, élaboré par la Station d'essai des matériaux de l'ASE sur la base des règles de la CEI, a également été renvoyée à la prochaine séance qui aura lieu probablement en février 1937.

[1]) Voir Bull. ASE 1936, No. 24, p. 708

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

XXVIIe Année — No 26 — Vendredi, 25 Décembre 1936

Die Entwicklung der Lichtbogenlöscheinrichtungen der modernen Leistungsschalter.

Von *H. Puppikofer*, Zürich-Oerlikon.

621.316.5.064.4

Auf Grund der Erkenntnis, dass die Löschung eines Lichtbogens eine Frage des Wärmeaustausches ist, den man in erster Linie durch die Bewegung des Lichtbogens und des Löschmediums relativ zueinander beeinflussen kann, legt der Verfasser in einem Rückblick die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge der heutigen Schalter mit den seit der Einführung des Drehstromes gebauten Schaltern dar. Im zweiten Teil werden die Lichtbogenlöscheinrichtungen der bekanntesten heutigen Luft-, Wasser- und Oelschalter kurz betrachtet und es wird versucht, jeder Schalterart das ihr zufolge ihrer charakteristischen Merkmale zukommende Anwendungsgebiet zuzuweisen.

Se basant sur le fait que l'extinction d'un arc est une question d'échange de chaleur, que l'on peut en premier lieu influencer par le déplacement relatif de l'arc par rapport au milieu extincteur, l'auteur expose en un aperçu historique les rapports qui existent entre les interrupteurs actuels et ceux qui furent construits dès l'apparition du courant triphasé. Dans la seconde partie, l'auteur examine les dispositifs d'extinction des interrupteurs modernes à air, à eau et à huile les plus connus et cherche à attribuer à chaque genre d'interrupteurs le domaine d'application découlant de ses propriétés caractéristiques.

I. Rückblick.

Noch nie seit der Ausstellung in Frankfurt a. M. im Jahre 1891, d. h. seit der Einführung des Drehstromes für die Energie-Uebertragung und -Verteilung, befassten sich die Konstrukteure aller Länder so intensiv mit dem Problem der Stromunterbrechung wie heute. Eine ganze Reihe von neuen Konstruktionen sind in den letzten fünf Jahren auf den Markt gekommen, und für jede wurde eine eigene Theorie entwickelt, so dass der für einen zeitgemässen Neu- und Umbau seiner Anlagen verantwortliche Betriebsleiter sich kein klares Bild mehr machen kann.

Inzwischen aber entstanden eine Anzahl von Kurzschlussprüfanlagen, in denen man die Eigenschaften der verschiedenen Schalterarten nachprüfen kann, so dass heute eine Reihe von physikalischen Tatsachen und Grundsätzen allgemein anerkannt werden müssen.

Allen heute bekannten Schaltern gemeinsam ist die Anwendung eines Lichtbogens, über den der zu unterbrechende Strom weiterfliessen kann bis zu seinem natürlichen Nulldurchgang. Die von den Physikern längst entdeckte «umgekehrte Widerstandscharakteristik», d. h. die Zunahme des Lichtbogenwiderstandes bei abnehmendem Strom, lässt den Lichtbogen als ideales Unterbrechungsmittel für Wechselstrom erscheinen. Bei jedem Nulldurchgang des Stromes löscht der Lichtbogen aus, wobei die von ihm verzehrte Spannung rasch auf die sogenannte »Löschspitze» ansteigt. Die Spannung an den Elektroden der Unterbrechungsstrecke schwingt hierauf durch Null und steigt in entgegengesetzter Richtung mit der Anstieggeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung, d. h. entsprechend der Eigenfrequenz des an der Stromquelle verbleibenden Stromkreises. Hat der Raum, in welchem der Lichtbogen eben noch brannte, wieder eine genügende Isolationsfestigkeit erreicht, so bleibt der Lichtbogen endgültig gelöscht. Im andern Falle findet eine Neuzündung statt, und der Lichtbogen brennt weiter bis zum nächsten Stromnulldurchgang. Bei jedem Stromnulldurchgang ist Gelegenheit zur endgültigen Unterbrechung gegeben. Aufgabe der Schalterkonstrukteure ist es, derartige Verhältnisse zu schaffen, dass der Lichtbogen möglichst beim ersten Nulldurchgang des Stromes endgültig löscht. Der Lichtbogen besteht bekanntlich aus elektrischen Ladungsträgern, d. h. Ionen und Elektronen, die in einer Gasatmosphäre von einer Elektrode zur andern wandern und dort ihre Ladungen abgeben. Die zum Elektrizitätstransport nötigen Ionen und Elektronen werden offenbar durch thermische Dissoziation wieder erzeugt, da die Temperatur im Lichtbogen, die zu rund 5000° K. gemessen wurde, die Gasmoleküle nicht nur in ihre Atome spaltet, sondern in Ionen und Elektronen zerlegt.

Diese Theorie der Thermoionisation, die zwar nicht unbestritten ist, gibt ein plausibles Bild der Verhältnisse im Schalterlichtbogen und ist jedenfalls als Arbeitshypothese durchaus brauchbar. Die Lichtbogensäule muss man sich dabei mit einem sehr heissen Kern vorstellen, in welchem die grösste

Dichte an Elektrizitätsträgern herrscht. Nach aussen nehmen Dichte und Temperatur ab bis zur Temperatur des umgebenden Mediums, sei es Luft oder eine Löschflüssigkeit. Das Energiegleichgewicht wird nach der Hypothese hergestellt durch radialen Wärmeabtransport durch Ionen und Elektronen, welche in die kalten Schichten hinaus diffundieren und sich dort wieder zu neutralen Teilchen vereinigen.

Für ein rasches und sicheres Löschen des Lichtbogens muss dafür gesorgt sein, dass beim Nulldurchgang des Stromes die Funkenstrecke so rasch von den Elektrizitätsträgern gereinigt wird, dass sie der wiederkehrenden und rasch ansteigenden Spannung standhält. Es muss also eine verstärkte Kühlung des Lichtbogens vor dem Nulldurchgang stattfinden, was man dadurch erreicht, dass frisches Löschmedium in Kontakt mit der Lichtbogensäule gebracht wird. Der einzig mögliche Weg besteht in einer *Bewegung des Lichtbogens und des Löschmediums relativ zueinander*. Diese Relativbewegung ist allen Schalterkonstruktionen gemeinsam, und zwar nicht nur den modernsten Luft-, Wasser- oder Oel-Schaltern, sondern auch schon den allerersten Schaltertypen.

Es ist sehr interessant festzustellen, dass die Mehrzahl der Konstrukteure von Anfang an auch ohne die heutigen Kenntnisse der elektrischen Ent-

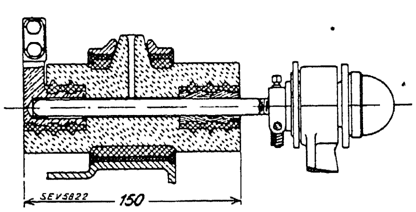


Fig. 1.
Schaltröhre des Röhrenschalters Westinghouse (1896).
(Aus Vogelsang: Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik, Berlin 1929.)

ladungen in Gasen zur Verbesserung der Stromunterbrechung die richtigen Mittel angewendet haben.

Von der Frankfurter Ausstellung im Jahre 1891 an bis gegen die Jahrhundertwende vollzog man alle Betriebsschaltungen mit Hebelschaltern in Luft und benützte für die automatischen Ausschaltungen bei Kurzschlüssen Sicherungen. Bei allen Hebelschaltern mit oder ohne Hörner ergibt sich die Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Medium (d. h. hier Luft) dadurch, dass sich der Lichtbogen infolge Wärmeauftriebes und dynamischer Stromschleifenwirkung nach oben bewegt. Doch schon im Jahre 1893 begann man in Amerika bewusst das erste Mittel zur Erreichung einer ausgesprochenen Relativbewegung zwischen Lichtbogen und umgebendem Medium anzuwenden. Es wurde dort wohl in Anlehnung an die Erfahrungen mit Lichtsteckern der sogenannte Stöpsel- oder *Röhrenschalter* entwickelt. Der bewegliche Kontakt bestand aus einem zylindrischen Stift, der in eine eng anschliessende Isolierröhre eingeführt wurde, wo er am Grunde auf den festen Gegenkontakt traf (Fig. 1). Beim raschen Herausziehen des Kontaktstiftes entsteht in der zylindrischen Bohrung ein Unterdruck, so dass beim Austreten des Stiftes ein Luftstrahl in die Oeffnung hineindringt und den Lichtbogen ringsherum kühlt, ohne ihn unnötig zu verlängern, so dass er löscht. Solange die unterbrochene Leistung nicht zu gross war, d. h. solange der Lichtbogen selbst in der Röhre nicht einen Gegendruck erzeugen konnte, arbeiteten diese Schalter vorzüglich. In Europa wurde diese Konstruktion von der

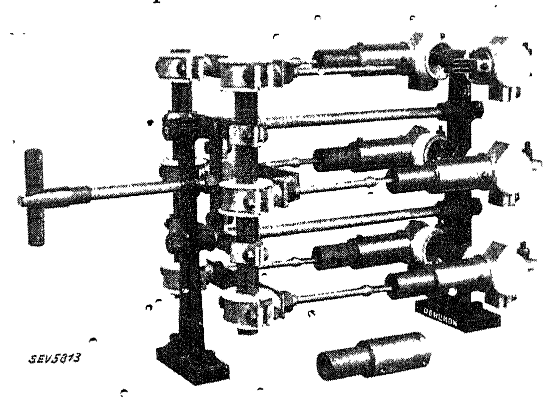


Fig. 2.
Röhrenschalter Oerlikon (1897).

Maschinenfabrik Oerlikon in den Jahren 1897/98 aufgenommen und ca. acht Jahre lang neben andern Schaltern gebaut (Fig. 2). Am Schalter nach Fig. 2 ist der Schaltstift nach der messerartigen Kontaktstelle zu einem eigentlichen Kolben verdickt, so dass sich eine gute Saugwirkung beim Ausschalten ergab.

Schon sehr bald versuchten die Konstrukteure, an Stelle von Luft Flüssigkeiten als Medien zu verwenden, in welchen der Lichtbogen gezogen wird. Der erste in der Literatur feststellbare *Oelschalter* wurde im Jahre *1895* von Ferranti in England ge-

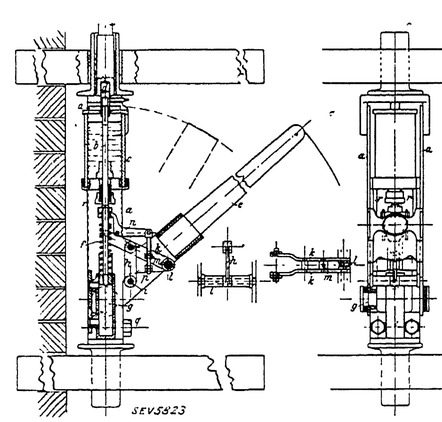


Fig. 3.
Aeltester Oelschalter (Topfschalter) von Ferranti (1895).
(Aus Vogelsang: Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik, Berlin 1929.)

baut. Es war ein Topfschalter (Fig. 3). Bei diesem wurde eigentümlicherweise der Kontaktbolzen beim Ausschalten von oben nach unten gezogen, so dass der feste obere Kontakt, an welchem der Lichtbogen ansetzte, in der Luft verblieb, während der bewegliche Kontakt ins Oel hineingezogen wurde. Durch die Verdrängung des Oeles durch die um den

Lichtbogen herum entstehende Gasblase kam der obere Kontakt selbstverständlich während der Abschaltung auch unter Oel. Es ist dies auch der erste Flüssigkeitsschalter, bei welchem offenbar in Anlehnung an die Hebelschalter in Luft zweierlei Kontakte parallel geschaltet waren: der Betriebskontakt in Luft und der die eigentliche Trennung vollziehende Funkenschalter in Oel.

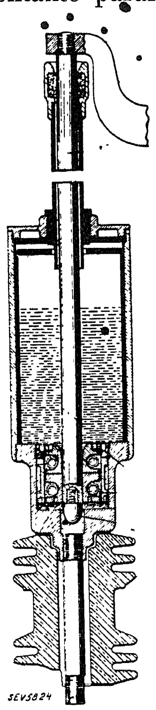


Fig. 4.
Aeltester Topfschalter von Rice (1898).
(Aus USP 812 880.)

Während die amerikanische General Electric Co. in den Jahren 1898 und 1899 den Oelschalter mit offener Unterbrechung gebaut hatte, ging sie Ende 1899 auf Vorschlag von E. W. Rice zum eigentlichen Topfschalter (Fig. 4) über, der vorerst nur eine Umkehrung des Ferranti-Schalters der Fig. 3 war. Wir werden später auf die verschiedenen Entwicklungsformen dieses Topfschalters zurückkehren.

Den *Oelschalter mit offener Unterbrechung* führte Charles Brown im Jahre 1897/98 auf dem europäischen Kontinent ein, und zwar mit Vielfachunterbrechung, gleich für die damals hohe Spannung von 14 000 Volt. Diesem Prinzip blieb seine Firma über 30 Jahre lang treu. Gegenüber der einfachen offenen Unterbrechung bietet die Vielfachunterbrechung den Vorteil, dass die Teillichtbögen viel kürzer werden und daher auch weniger von der geraden Bahn abweichen (Fig. 5). Die Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Löschmedium bleibt aber gering und nicht beeinflussbar, und da die sperrigen beweglichen Kontaktbrücken der Vielfachunterbrechung nur in den grossen Oelkesseln

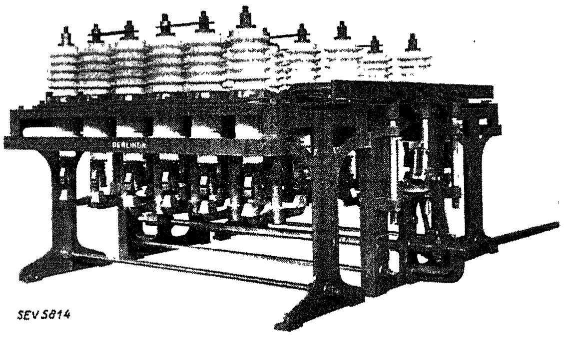


Fig. 5.
Oelschalter 30 kV mit offener Unterbrechung, von Oerlikon (1903).

untergebracht werden können, bei welchen die Isolation gegen Erde durch das Oel gebildet ist, wird diese Schalterart in kurzer Zeit nur noch der Geschichte angehören.

Die Konstruktionsform des Topfschalters, wie sie schon durch Ferranti und Rice festgelegt worden war, stellt die Isolation gegen Erde durch Luftkriechstrecken her, d. h. durch einfache Stützisolatoren, und die Menge der Löschflüssigkeit ist ganz gering, nur so gross, als für den Abschaltvorgang selbst benötigt wird. Da das Oel hier nicht mehr als Isolation gegen Erde dient, ist es sehr begreiflich, dass diese Schalterbauart zum Versuch reizte, an Stelle einer isolierenden Flüssigkeit, d. h. an Stelle von Oel, z. B. Wasser für die Lichtbogenkühlung zu nehmen. So entstand schon im Jahre 1900 der erste *Wasserschalter*, durch Raworth in England gebaut (Fig. 6).

Im Jahre 1901 hat Robert H. Read bei der General Electric Co. einen Schalter vorgeschlagen, der schon alle Merkmale der heutigen *Druckluftschalter* aufweist (Fig. 7). Die beiden Kontakte, an denen die Unterbrechung stattfand, waren als Rohrkon-

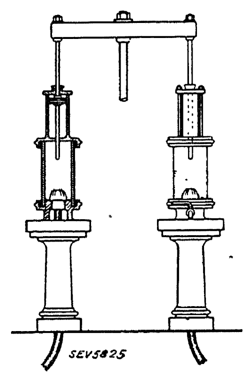


Fig. 6 (oben)
Aeltester Wasserschalter von Raworth (1900).
(Aus L. Andrews: Electricity Control, London 1904).

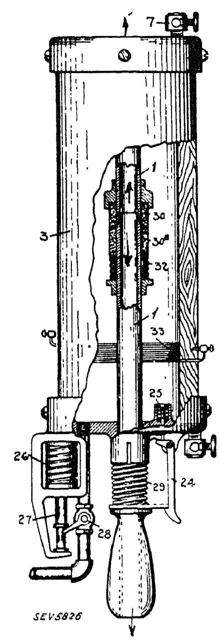


Fig. 7 (rechts)
Aeltester Druckluftschalter von Read (1902).
(Aus USP 716 848.)

takte (1—1a) ausgebildet, die an den Stirnflächen sich berührten. Zur Schonung dieser Flächen waren noch gefederte Abbrennstücke 30 und 30a angebracht. Die Kontakteinrichtung war in einem Kessel 3 aus Isoliermaterial eingebaut, der vor der Unterbrechung mit Druckluft gefüllt wurde. Sobald die Kontakte sich trennten, ging ein kräftiger Luftstrom über die ringförmigen Ansatzstellen des Lichtbogens durch die Rohrkontakte hindurch im Pfeilsinn nach aussen. Der Lichtbogen wurde in die Rohre hineingezogen, wo er durch den Luftstrom bei guter axialer Führung eng zusammengepresst und wirksam gekühlt wurde. Es wurde also eine rasche Bewegung des umgebenden Mediums relativ zum Lichtbogen und parallel zu seiner Axe erzeugt. Bemerkenswert ist, dass die Ausschaltfeder 29 erst freigegeben wurde, nachdem der Druck im Kessel 3 den zur Löschung nötigen Wert erreicht hatte, was durch den Kolben 25 festgestellt wurde.

Da Read seinen Schalter auch zur Verwendung mit Flüssigkeiten empfiehlt, ist die Konstruktion auch als der Urahne der heutigen Druckölschalter zu betrachten. Neben dieser Lösung, die das stete Vorhandensein einer fremden Drucköl- oder Druckluftquelle voraussetzt, hat Read auch Vorschläge gemacht für Schalter, bei denen der Druck durch die Ausschaltbewegung erzeugt wurde.

Die Situation um die Jahrhundertwende herum war also ganz ähnlich wie die heutige: der Betriebsleiter hatte die Wahl zwischen Luft-, Wasser- und Oelschalter. Wenn sich unter den Oelschaltern derjenige mit offener Unterbrechung, bzw. mit Oelisolation und daher grosser Oelmenge vorerst durchsetzte, so lag das bestimmt am Mangel an Versuchsmöglichkeiten. Der Schalter mit grosser Oelmenge bot den Konstrukteuren weniger Schwierigkeiten; der Mangel an Kenntnissen über die physikalischen Vorgänge konnte durch um so grössere Abmessungen wett gemacht werden. Der Erfindergeist ruhte aber nicht und suchte immer wieder nach Mitteln zur Verbesserung der Löschbedingungen. Namentlich suchte man sich von der Notwendigkeit des ständigen Bereithaltens einer Druckquelle freizumachen und den vom Lichtbogen selbst erzeugten Druck heranzuziehen. Eine Lösung, welche den direkten Ausgangspunkt zu einer Reihe von heute noch gebrauchten Konstruktionen bildete, entstand im Jahre 1905 bei der General Electric Co. in Amerika. Man hatte die Beobachtung gemacht, dass in mehrphasigen Schaltern immer eine Phase zuerst löscht, und führte dies darauf zurück, dass der Lichtbogen dieser Phase am wenigsten Energie verzehrt habe und durch den von den andern, energiestärkeren Lichtbogen erzeugten Druck das Löschmittel an ihn herangepresst worden sei. Auf dieser Erkenntnis fussend wurden entsprechend Fig. 8 die zwei zu einer Phase gehörenden Töpfe eines Topfschalters durch ein weites Rohr miteinander verbunden. Die Kontaktstange des einen Topfes wurde gekürzt und der Raum des betreffenden Topfes durch Einbau eines Zwischenbodens kleiner gemacht. In diesem Raume wird beim Ausschalten ein Lichtbogen gezogen, während die Kontakte des andern Topfes noch im Eingriff sind. Bis der zweite Lichtbogen sich bildet, wird schon ein starker Druck im kleineren Raume erzeugt, der das Oel durch das Verbindungsrohr zum andern Topf treibt. Der zweite sich erst bildende Lichtbogen wird durch die starke Oelströmung beim nächsten Nulldurchgang gelöscht. Um den Topf mit kleinerem Rauminhalt gegen allzu hohe Drücke zu schützen, wurde zum ersten Male im Schalterbau ein federbelastetes Ventil (26 in Fig. 8) angewendet. Der in dieser Konstruktion liegende Gedanke wurde 1921 wieder aufgegriffen und patentiert, hingegen eigentümlicherweise erst im Jahre 1931 [1]) als Verbesserung am Löschkammerschalter eingeführt. Die *Löschkammer selbst,* auch Oelblaskammer genannt, taucht erst im Jahre 1907 in Amerika auf (Erfinder H. J. Hunsicker), und zwar angewendet auf einen Topfschalter (Fig. 9). In der inneren, kleineren Kammer wurde durch den Lichtbogen ein starker Druck erzeugt, der, sobald der Kontaktstift aus der kleineren in die grössere, mit Luftpolster versehene Kammer trat, durch den nun freien Austritt einen Strahl von Oel in den Lichtbogen hineinblies. Diese Lösung erscheint heute wieder bei allen Wasserschalterkonstruktionen (zum Teil Expansionsschalter genannt). Ein Jahr später führte John D. Hilliard die *Löschkammer* im eigentlichen *Oelschalter* ein und verwendete einen hohlen Kontaktbolzen, durch den schon ein Oelstrahl heraustreten konnte, bevor der Bolzen die Löschkammer verlassen hatte.

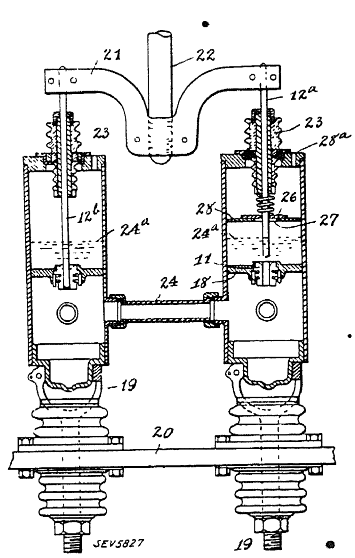


Fig. 8.
Topfschalter mit abgestufter doppelter Unterbrechung, Brit. Thomson Houston (1905). (Aus British Pat. 24 853/1905.)

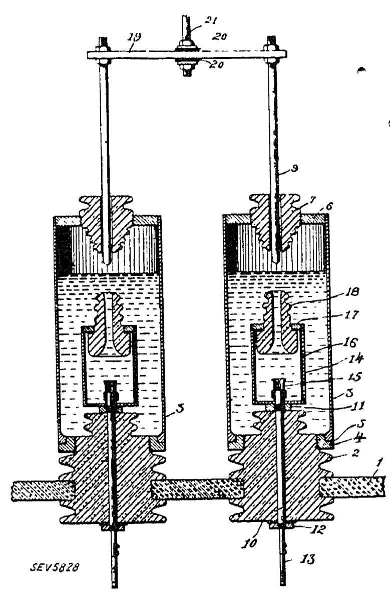


Fig. 9.
Aeltester Löschkammerschalter von Hunsiker (1910). (Aus USP 977 193.)

Die bisherigen Löschkammerkonstruktionen hatten nur eine einzige Oeffnung, durch welche der bewegliche Schaltstift austreten musste und durch welche nach seinem Austritt ein Strahl von Löschflüssigkeit parallel zur Lichtbogenaxe hinausgepresst wurde. Dadurch wurde wohl der Lichtbogenansatzpunkt am austretenden Schaltstift in eine kräftige Flüssigkeitsströmung gebracht und gekühlt; der Lichtbogenansatz am festen Kontakt verblieb jedoch in einer Zone unbewegten Löschmediums. Der erste, der dies klar erkannt und in Vorwegnahme aller heutigen Bauarten ölarmer Schalter auch die richtige Abhilfe traf, war Hewlett in Sche-

1) Prince und Skeats: The Oil blast Circuit Breaker. Electr. Engng. February 1931.

nectady im Jahre 1910. Seine Löschkammer, die er im Topfschalter, also schon im «ölarmen Schalter» verwendete, hatte zwei mit dem Schaltstift koaxiale Oeffnungen. Der feste Schaltkontakt befand sich ausserhalb der Kammer, welche in der Unterbrechungsstrecke zwischen dem festen und dem beweglichen Kontakt eingebaut war. Der Lichtbogen wurde durch die Löschkammer hindurchgezogen. Die darin unter Druck gesetzte Löschflüssigkeit wurde nun auf beide Schaltkontakte gespritzt. Um den Lichtbogen auch in der Kammer wirksam zu kühlen, wurde hier schon die bei vielen modernen Schaltern übliche Querblasung durchgeführt. Die Löschkammer ist durch eine Reihe von Querwänden in Teilkammern unterteilt, die durch versetzte Oeffnungen miteinander korrespondieren, Der Strömungsverlauf ist in Fig. 10 durch Pfeile angedeutet.

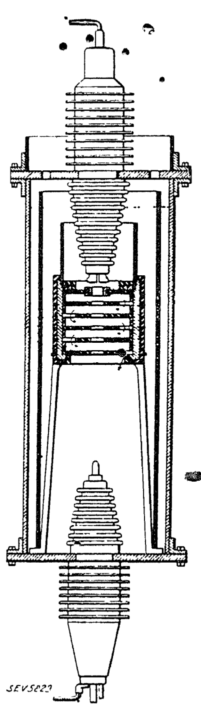


Fig. 10.
Topfschalter von Hewlett (1910).
(Aus USP 1 067 735.)

In Europa wurde der Topfschalter im Jahre 1904 durch die Maschinenfabrik Oerlikon eingeführt (Fig. 11). Das Innere des Topfes (Fig. 12) weist nach kurzer Zeit die Unterteilung in eine Druckkammer ohne Luftpolster und in eine Vorkammer mit Luftpolster auf. Zur Begrenzung des Druckes in der unteren Kammer waren im Zwischenboden Löcher vorhanden. Bei einer weiteren Ausführung wurden diese Löcher in bezug auf den Schaltstift nicht mehr parallel, sondern so gerichtet, dass durch sie hindurch reines Oel in den Lichtbogen hineingespritzt wurde. Diese Schalterart wurde während 15 Jahren für Spannungen bis 50 kV mit gutem Erfolg gebaut und nur aus den erwähnten Gründen ist der Oelschalter mit grosser Oelmenge an seine Stelle getreten. Dieser Oelschaltertyp wurde aber von den Firmen, die den Topfschalter bauten, gegenüber dem Schalter mit offener, bzw. Vielfach-Unterbrechung wesentlich verbessert durch Verwendung von Löschkammern (Fig. 13), die bei späteren Ausführungen zur sicheren Beherrschung eines grösseren Strombereiches mit Ventilen versehen wurden. Die bei Fig. 8 erläuterte Benützung des an einer Unterbrechung erzeugten Druckes zur Löschung eines andern Lichtbogens führte, wie schon erwähnt, im Jahre 1931 zur letzten konstruktiven Verbesserung der Löschkammern bei Schaltern mit grossem Oelvolumen. Zum Unterschiede mit den vorher bekannten Kammern enthält die Löschkammer nach Fig. 14 zwei in Serie geschaltete Unterbrechungsstellen. Zwischen dem festen Kontakt A und dem beweglichen Schalt-

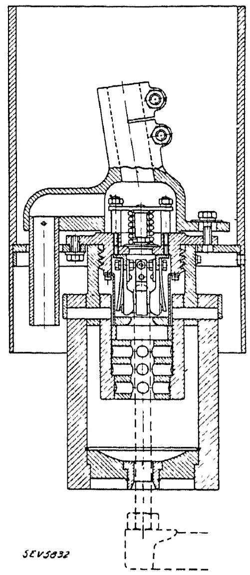


Fig. 13.
Schnitt durch eine moderne Löschkammer eines Oerlikon-Schalters für 130 kV.

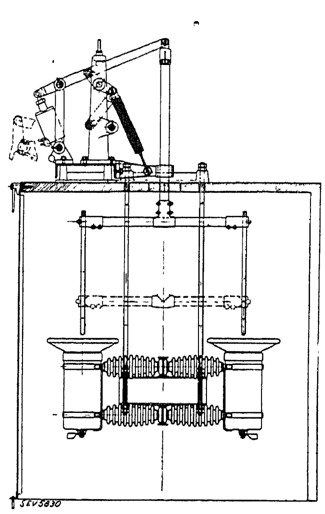


Fig. 11.
Topfschalter Oerlikon (1904—1908.)

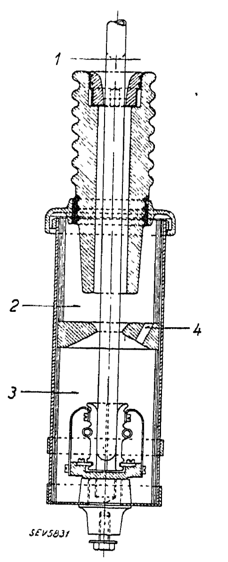


Fig. 12.
Schnitt durch Oerlikon-Topfschalter.

1 Stellung «Aus» des Schaltstiftes.
2 Pufferkammer mit Luftpolster.
3 Druckkammer (ölgefüllt).
4 Oeffnung zur Druckbegrenzung.

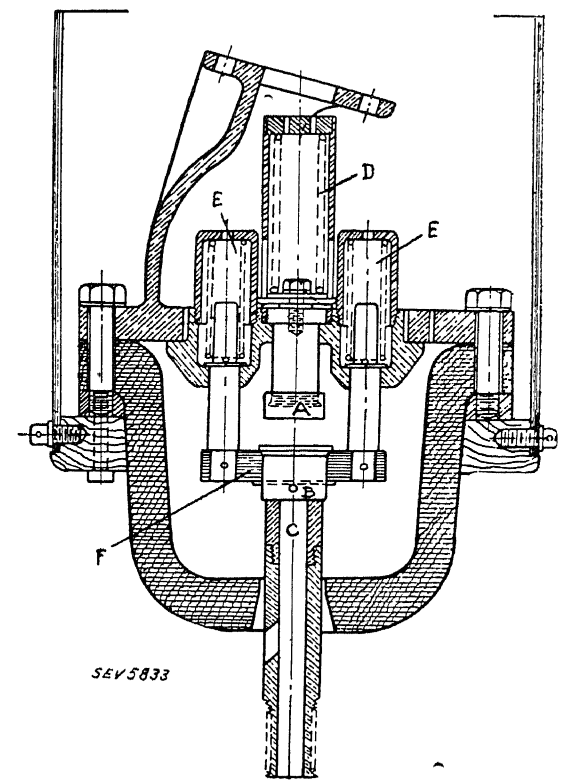


Fig. 14.
Schnitt durch eine Oelabblaskammer der G. E. Co.

stift C liegt ein Zwischenkontakt B, der durch eigene Federn E gegen den Stift C gepresst wird. Der Nachlaufweg des Kontaktes A mit seiner Feder D ist viel kleiner als der des Kontaktes B mit seinen Federn E. Es läuft also B eine bestimmte Strecke mit C mit, wobei ein erster Lichtbogen zwischen A und B gezogen wird. Dieser Lichtbogen erzeugt oberhalb der isolierenden Trennwand F einen Ueberdruck, der am Lichtbogen zwischen B und C eine kräftige Strömung verursacht, bevor dieser zweite Bogen eine nennenswerte Spannung aufnehmen konnte. Es erfolgt daher eine besonders rasche Löschung.

II. Die heutigen Schalter.

Selbst ein Elektroingenieur, wenn er nicht gerade Spezialist ist, hat Mühe, sich in der Menge der Ausführungsformen der heutigen Schalter zurechtzufinden. Alle Ideen, die in den letzten 30 Jahren versucht wurden, sind wieder aufgegriffen worden. Um den Umfang dieses Artikels nicht ungebührlich auszudehnen, werden im folgenden im allgemeinen nur die in der Schweiz hergestellten Schaltertypen behandelt. Mit einer Ausnahme sind übrigens alle wichtigen Arten hier vertreten und da wir uns besonders an die schweizerischen Betriebsleiter wenden, wird dieses Vorgehen überall begriffen werden.

Sieht man von den klassischen Oelschaltern ab, die sich in einem bestimmten Anwendungsgebiet noch behaupten, so entdeckt man aber, dass alle neuen Schalter zwei charakteristische Merkmale gemeinsam haben: die *Löschkammer* und das *Isolationsprinzip.* Noch im dritten Dezennium unseres Jahrhunderts wogte der Kampf: hie Löschkammer, hie Vielfachunterbrechung. Heute hat die Löschkammer auf der ganzen Linie gesiegt. Bis zu den höchsten Spannungen arbeiten die modernen Schalter mit einer einzigen, bzw. mit zwei Unterbrechungsstrecken *).

Alle neuen Leistungsschalter sind genau wie der frühere Topfschalter durch feste Stützisolatoren isoliert. Das Löschmedium hat keine oder wenigstens keine dauernde Isolation zu übernehmen. Als Löschmedium wird Oel, Wasser oder Luft verwendet. Die Löschung ist selbsterzwungen oder fremderzwungen. Die nötige Strömung wird entweder durch eigene magnetische Blasung oder selbsterzeugten Druck verursacht oder durch fremderregten Druck, der stets bereit sein muss. Alle diese Merkmale ermöglichen aber noch keine schematische Unterteilung der verschiedenen Schaltertypen. Wir ziehen daher vor, einmal die sieben Hauptpunkte festzuhalten, denen jeder Schalter grundsätzlich genügen muss, um für moderne Werkbetriebe brauchbar zu sein:

1. absolut sichere Beherrschung aller Abschaltungen bis zur garantierten Abschaltleistung,
2. rasche Unterbrechung,
3. stete Betriebsbereitschaft,
4. möglichst kein brennbares Löschmittel,
5. möglichst geringes Schaltgeräusch,
6. geringer Platzbedarf,
7. geringe Anschaffungs- und Unterhaltungskosten.

Die erste Forderung kann vielleicht als allzu selbstverständlich bezeichnet werden. Die Lichtbogenvorgänge in allen heute bekannten Schalterarten sind jedoch so komplexer Natur, dass sie trotz unserer heutigen Erkenntnisse der Berechnung nicht völlig zugänglich sind. Eine Nachprüfung im Versuchsfeld ist daher unbedingt nötig. Mit gutem Gewissen seiner Behörde oder Verwaltung gegenüber darf heute kein Betriebsleiter einen Schalter aufstellen, dessen Konstruktion nicht in einer leistungsfähigen Kurzschlussprüfanlage einer gründlichen Typenprüfung unterzogen wurde. Ist eine bestimmte Konstruktion einmal durchgeprüft, so darf jeder diesem Typ angehörende Schalter unbedenklich verwendet werden, welches auch das ihm zugrunde liegende Prinzip sei.

Die übrigen sechs Forderungen werden jedoch nicht von allen Schalterarten gleich gut erfüllt. Eine jede Schalterart entspricht aber immer einem oder zwei Punkten besonders gut und daraus ergibt sich ihre spezielle Eignung. Folgt man den erwähnten sieben Forderungen, so ergibt sich gleichzeitig das Anwendungsgebiet eines jeden Schalters.

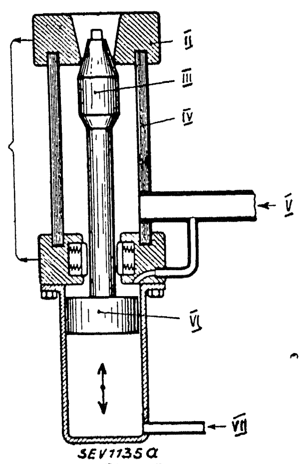


Fig. 15.
Prinzip der modernen Druckgasschalter.
I Elektrischer Anschluss. *II* Fester Kontakt. *III* Beweglicher Kontakt. *IV* Isolationsmaterial. *V* Pressluftzufuhr für Ausschaltstellung. *VI* Kontaktantrieb. *VII* Pressluftzufuhr für Einschaltstellung.

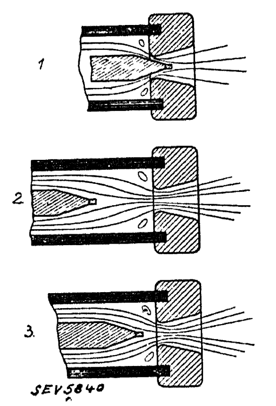


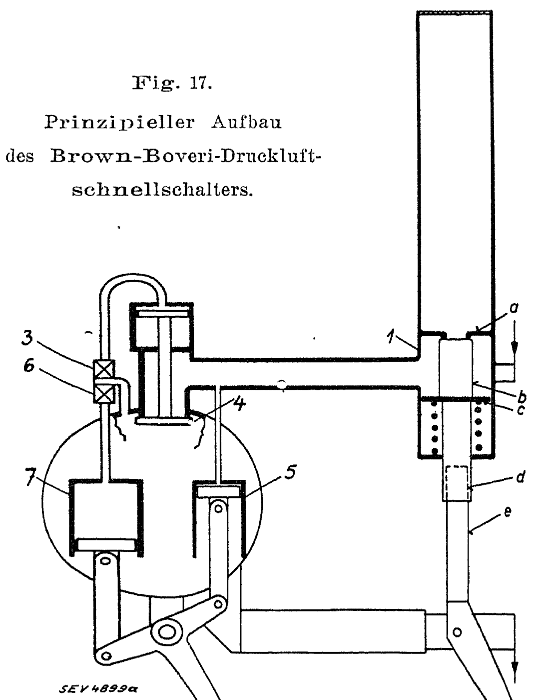
Fig. 16.
Einfluss der Lage der beweglichen Kontakte in der Luftströmung.
1 Zu kleiner Hub, Kontaktspitze liegt im Windschatten.
2 Zu grosser Hub, Kontaktspitze nicht im Strömungsmaximum.
3 Optimaler Hub, Kontaktspitze an der Stelle stärkster Luftströmung.

Die *rascheste Unterbrechung* eines gestörten Stromkreises erhält man unzweifelhaft mit dem *Druckluftschalter* mit fremderzeugtem Druck. Die Lichtbogenzeit beträgt dort im schlimmsten Falle etwas mehr als eine Halbwelle oder 0,01 s bei Frequenz 50/s. Diese Erkenntnis hat die führenden Firmen, die nicht durch ihre Propaganda auf eine Schalterart festgelegt sind, dazu geführt, den Druckluftschalter wieder in das Fabrikationsprogramm aufzunehmen. Als Pionier der Renaissance des Druckluftschalters muss seiner grundlegenden Arbeiten wegen Prof. Biermanns, Berlin [2]), erwähnt

*) Eine Ausnahme bilden die hier nicht behandelten amerikanischen Schalter, die Druckölschalter der GECo und die Deion-Grid-Schalter der Westinghouse für Boulder Dam, die mit 8 bis 10 Unterbrechungen arbeiten.

werden, der mit Prof. P. Ruppel den ersten modernen Druckluftschalter schuf. Der diesem Schalter zugrunde liegende Gedanke ist in Fig. 15 [2]) dargestellt. Der feste Kontakt ist als Düse ausgebildet, in die der bewegliche Kontakt mit seiner konischen Spitze von unten eindringt. Der Strom wird im geschlossenen Zustande vom Kontaktstift durch Schleifkontakte abgenommen. Der mechanische Antrieb des beweglichen Kontaktes erfolgt durch einen pneumatischen Servomotor, d. h. durch einen Kolben, dem beim Ausschalten gleichzeitig wie der Schaltkammer Druckluft zugeführt wird. Für die Wirksamkeit des Schalters ist nun ausserordentlich wichtig, dass die Lichtbogenansatzpunkte im Bereich der grössten Luftgeschwindigkeit liegen, damit die vom heissen Metall abgegebenen Elektrizitätsträger möglichst rasch neutralisiert werden. Es haben daher alle Konstrukteure durch Versuche die für ihre Apparate günstigste Stellung des beweglichen Kontaktes festgestellt (Fig. 16). Um die beste Wirkung eines Schalters zu erzielen, sollte sich daher der bewegliche Kontakt möglichst rasch in diese Stellung bewegen und dort oder in der Nähe dieser Stellung für die Zeit einer Halbperiode verbleiben. Nach dem Löschen muss aber der bewegliche Kontakt möglichst rasch die Unterbrechungsdistanz vergrössern, da nach dem Abfluss der Blasluft die Strecke bei Atmosphärendruck der wiederkehrenden Spannung nicht standhalten würde. Die variable Geschwindigkeit im Antrieb des beweglichen Kontaktes wurde konstruktiv verschieden gelöst. Das rasche Beschleunigen und Abbremsen der bewegten Massen bietet aber immer gewisse Schwierigkeiten. Diese wurden beim Brown-Boveri-Druckluftschnellschalter [3]) dadurch umgangen, dass die Funktionen des Löschens und des Isolierens auf zwei getrennte, in Serie liegende Kontakte aufgeteilt wurden. Der Lichtbogen wird in der Schaltkammer 1 zwischen der festen Düse a (Fig. 17) und dem beweglichen Kontakt b gezogen. Die drei beweglichen Kontakte b eines dreiphasigen Schalters sind nicht miteinander gekuppelt, sondern es wird jeder einzelne Kontakt durch den Druck der auf den Kolben c wirkenden Blasluft frei nach unten bewegt bis zu einem Anschlage. Hernach wird der zweite bewegliche Kontakt e aus den Kontaktschlaufen d herausbewegt. Wie aus Fig. 18 ersichtlich ist, bewegt sich der Kontakt e wie ein Trenner in einer Ebene senkrecht zur Isolatorenstandfläche.

Fig. 17.
Prinzipieller Aufbau des Brown-Boveri-Druckluftschnellschalters.



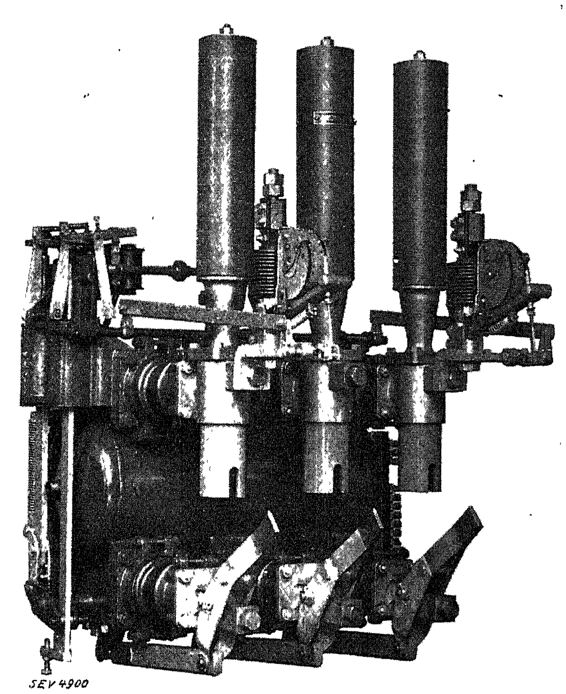


Fig. 18.
Brown-Boveri-Druckluftschnellschalter für 6 kV, 400 A.

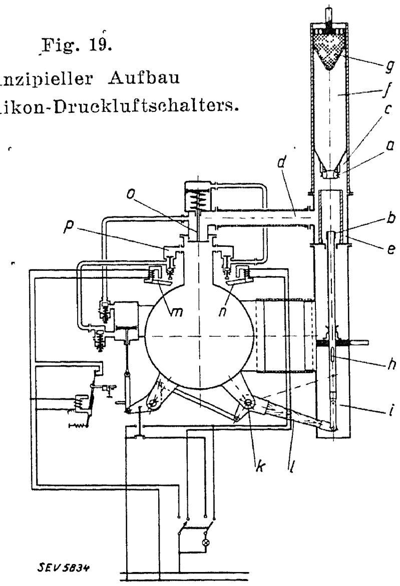
Von der Maschinenfabrik Oerlikon sorgfältig durchgeführte Vergleichsversuche mit verschiedenen Kontaktformen ergaben das Resultat, dass Doppeldüsenkontakte ähnlich denen des ersten Druckluftschalters (Fig. 7) gegenüber dem Einfachdüsenkontakt nach Fig. 15 rund die doppelte Abschaltleistung bewältigen. Diese Erkenntnis führte zur Entwicklung des Druckluftschalters, der in Fig. 19 schematisch angedeutet ist. Sowohl der feste Kontakt a als auch der bewegliche Kontakt b sind als Ringdüsen ausgebildet. Die durch das Rohr d eintretende Blasluft füllt den ringförmigen Verteilraum e und die Schaltkammer c aus. Beim Oeffnen des Schalters entweicht die Blasluft durch die feste Düse a nach oben in den Raum f und durch die Düse b und den rohrförmigen beweglichen Kontakt-

[2]) J. Biermanns, Hochleistungsschalter ohne Oel, ETZ 1929, H. 30, S. 1078.

[3]) H. Thommen, Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters, Bull. SEV 1935, Nr. 21, S. 590.

stift und dessen Oeffnungen h in den Raum i. Die Räume f und i sind so bemessen, dass sie ohne Rückstau die bei der Abschaltung durchgeblasene Luft aufnehmen können. Der Ausgleich mit der

Fig. 19.
Prinzipieller Aufbau des Oerlikon-Druckluftschalters.



Aussenluft erfolgt hernach ohne störendes Geräusch durch den Schalldämpfer g. Da die Geschwindigkeit der Luft an den Lichtbogenansatzstellen im Gegensatz zur Einfachdüse beim Doppeldüsenschalter durch den Querschnitt der Düsen gegeben ist, braucht bei kleineren Lichtbogenlängen, d. h. Spannungen bis 15 kV, der Doppeldüsenschalter keine abgestufte oder abgebremste Bewegung des beweglichen Kontaktes. Man kann daher alle drei Kontakte eines dreiphasigen Schalters mechanisch miteinander kuppeln und von einer gemeinsamen Welle k antreiben. Deren Stellung gibt einwandfrei die Stellung der drei Kontakte wieder, da diese zwangsläufig miteinander ausschalten. Die Kontakte verbleiben auch in der ausgeschalteten Stellung in der Schaltkammer. Auch bei der Bewältigung einer grösseren Abschaltleistung als die, für welche er bemessen ist, wird der Doppeldüsenschalter nicht versagen, da die Blasung bis zum Schlusse wirkt. Ausserdem hat der Schalter nur die Hälfte Kontaktstellen, die ja alle für den durchgehenden Kurzschlußstrom, bzw. sogar für den Einschaltstrom zu bemessen sind. Der Stromübergang vom beweglichen Kontakt auf den festen unteren Anschluss erfolgt bei diesem Schalter durch die bewährten Rollenkontakte. Die Schaltkammer, die Kontaktrollen und der Schalldämpfer jeder Phase sind in derselben Axe angeordnet und von einem einzigen, sehr kräftigen Isolator getragen. In seinem Innern bewegt sich der isolierte Schalthebel l. Das hierdurch sehr ruhige Aeussere ist ersichtlich aus Fig. 20. Der Schalter ist direkt auf seinen Druckluftbehälter aufgebaut. Auf der Rückseite (Fig. 21) befinden sich die elektromagnetisch gesteuerten Steuerventile m und n für Ein- und Ausschaltung, das Hauptventil o und der Arbeitszylinder p für den Antrieb der drei beweglichen Kontakte. Sowohl das Ein- als auch das Ausschalten wird durch diesen pneumatischen Antrieb besorgt. Statt wie bei Oelschaltern die Arbeit für das Ausschalten in Ausschaltfedern aufzuspeichern, benutzt man also hier mit Vorteil die Energie der für den Löschvorgang akkumulierten Luft.

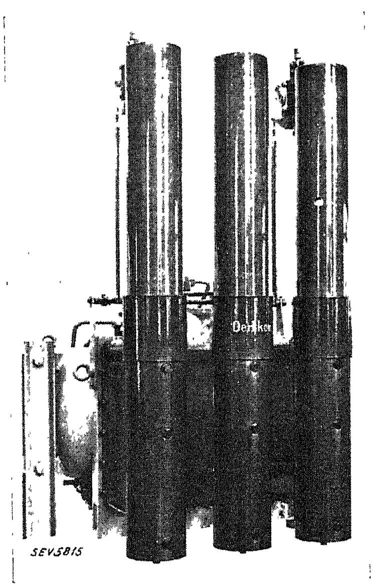


Fig. 20.
Druckluftschalter Oerlikon für 10 kV, 600 A (Vorderansicht).

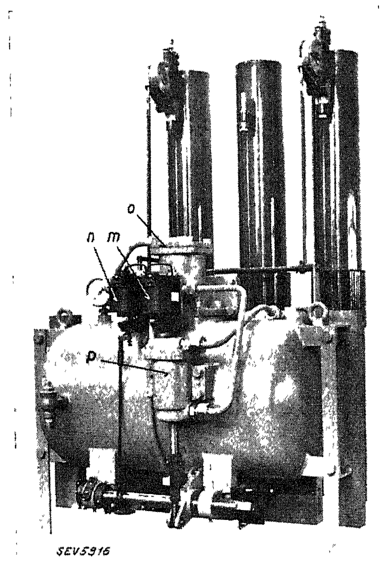


Fig. 21.
Druckluftschalter Oerlikon für 10 kV, 600 A (Rückansicht).

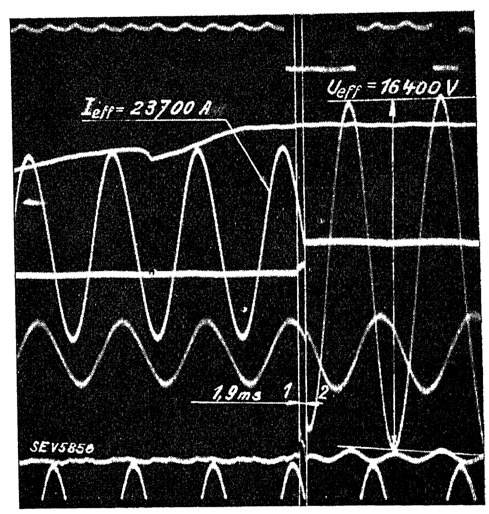


Fig. 22.
Oszillogramm einer Abschaltung v. 780 MVA dreiphasiger Leistung mit dem Oerlikon-Druckluftschalter.
1 Beginn der Kontaktöffnung.
2 Ende der Abschaltung.

Das Oszillogramm einer Abschaltung mit einem Schalter der beschriebenen Bauart ist in Fig. 22 wiedergegeben. Die durch einen Pol bewältigte Abschaltleistung *) betrug 390 MVA entsprechend

*) In diesem Aufsatz sind alle Abschaltleistungen nach SEV angegeben.

einer dreiphasigen Leistung von 780 MVA. Die Lichtbogenzeit betrug 1,9 ms.

Die Kontakte der Einfachdüsenbauart sind eigentliche Tastkontakte, die nur zwei, im besten Falle drei Berührungspunkte aufweisen. Um höhere Dauerströme und Einschaltströme führen zu können, müssen grosse Kontaktdrücke angewendet werden, die den Antriebsmechanismus durch entsprechend grosse Kräfte beanspruchen. Der Doppeldüsenkontakt eignet sich dagegen ausserordentlich gut auch für hohe Ströme. Die feste Düse wird dann mit einem Kranz von Kontaktfingern versehen, die den beweglichen Kontakt an der äusseren Zylinderfläche umfassen. Der Kontakt nach Fig. 23 wurde mit einem Einschaltstrom von 130 000 A geprüft. Er kann einen Dauerstrom von 1000 A führen.

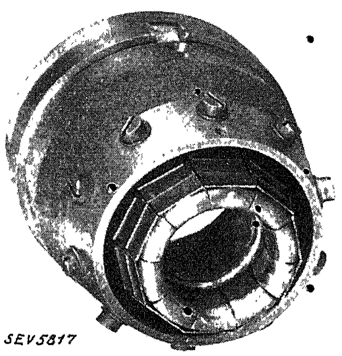


Fig. 23.

Feste Düse eines Oerlikon-Druckluftschalters für 1000 A Nennstrom nach Einschaltung von 130 000 A Einschaltstrom.

Bei höheren Spannungen (50 kV und darüber) erreicht die Unterbrechungsdistanz schon solche Werte, dass eine gestufte Unterbrechung nötig wird. Anderseits sind aber wegen den nötigen Isolierlängen die auf das Kontaktsystem wirkenden Massenkräfte derart gross, dass man hier mit Vorteil auch zur Aufteilung der Funktionen übergeht. Das angewendete Prinzip ist in Fig. 24 dargestellt. Es sind nun beide Kontakte des Doppeldüsensystems beweglich gemacht, aber mit verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenem Antrieb. Der mechanisch nach unten bewegte Kontakt b behält die Funktion des Isolierens, während der obere Kontakt a durch den Druck der Blasluft gegen die Feder d ausserordentlich rasch in die Ausschaltstellung geworfen wird und damit die Unterbrechung des Lichtbogens verursacht. Damit keine zögernde Ausschaltbewegung zustande kommt, ist der Kolben c derart durch die Kante e gedeckt, dass bei der kleinsten Bewegung die Kolbenfläche und damit die treibende Kraft sich wesentlich vergrössert. Der Stromübergang vom oberen Kontakt a zu den festen Anschlüssen erfolgt durch kreisförmig angeordnete Federn f. Der Schaltstift hingegen ist mit Rollenkontakten versehen. Das Charakteristische an dieser Konstruktion (Fig. 25) ist, dass der Stromkreis nur an einer einzigen Stelle geöffnet wird, die sich in einer Blaskammer befindet und bis zum Schluss beblasen wird.

Alle erwähnten Druckluftschalter sind mit einem individuellen Druckluftbehälter versehen, der von einem zentralen Behälter und einer Kompressorgruppe stets nachgefüllt wird. Der zentrale Behälter wird für eine bestimmte Zahl Schaltungen bemessen und ist mit einem Druckregler ausgerüstet, der bei Bedarf den Kompressor ein- und ausschaltet. Diese Schalter benötigen für die «stete Betriebsbereitschaft» eine Drucklufterzeugungsanlage. Damit ist auch ihr Anwendungsgebiet gegeben. Da sie schalttechnisch heute die besten Schalter, auch für die höchsten Spannungen, sind, kein brennbares Löschmittel enthalten, wenig Geräusch verursachen, im Platzbedarf den Oelschaltern gleichkommen, werden sie mit Vorteil in allen grösseren Anlagen, städtischen Unterstationen usw. angewendet, d. h. überall da, wo die zentrale Kompressoranlage sich auf so viele Schalter verteilt, dass sie den Preis nicht mehr beeinflusst.

Von den Ateliers de Constructions électriques de Delle wurde mit der Sprecher & Schuh A.-G. zusammen ein Niederdruck-Luftschalter entwickelt, der in einer bestimmten Ausführung vor der Abschaltung seinen Druck selbst erzeugt, also keine fremde Druckquelle benötigt [4]). Er eignet sich daher speziell für die Verwendung in kleineren Stationen mit geringer Schalterzahl. Die Ausschaltfedern müssen hier so bemessen sein, dass sie neben der mechanischen Trennung des Stromkreises auch die nötige Blasluft in passender Zeit erzeugen können. Bei den Schaltern mit Fremderzeugung des Druckes dauert der Schaltvorgang vom Momente an, wo der Schalter den Ausschaltbefehl erhält, bis zur Löschung nur 0,05 bis 0,07 s. Wie hier diese Zeit durch die Erzeugung des Druckes und durch das später erläuterte Wandern des Lichtbogens beeinflusst wird, ist aus den bisherigen Ver-

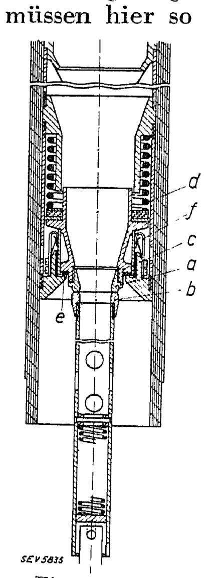


Fig. 24 (oben). Prinzipieller Schnitt der Löschvorrichtung d. Druckluftschalters Oerlikon für 50 kV.

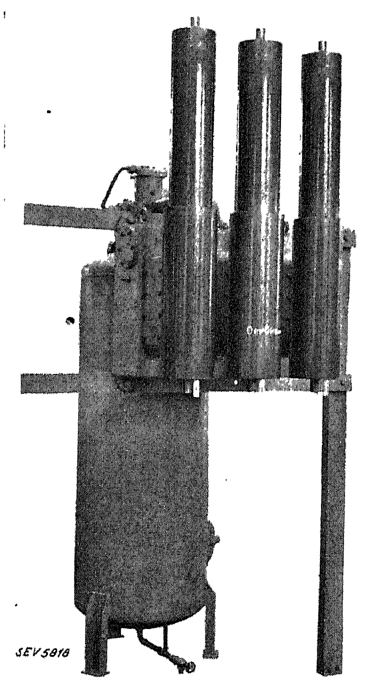


Fig. 25 (rechts). Druckluftschalter Oerlikon für 50 kV, 600 A.

[4]) A. Roth, Bull. SEV 1932, Nr. 23, S. 619.

öffentlichungen nicht zu entnehmen. Um die aufzuspeichernde Arbeit und die aufzuwendende

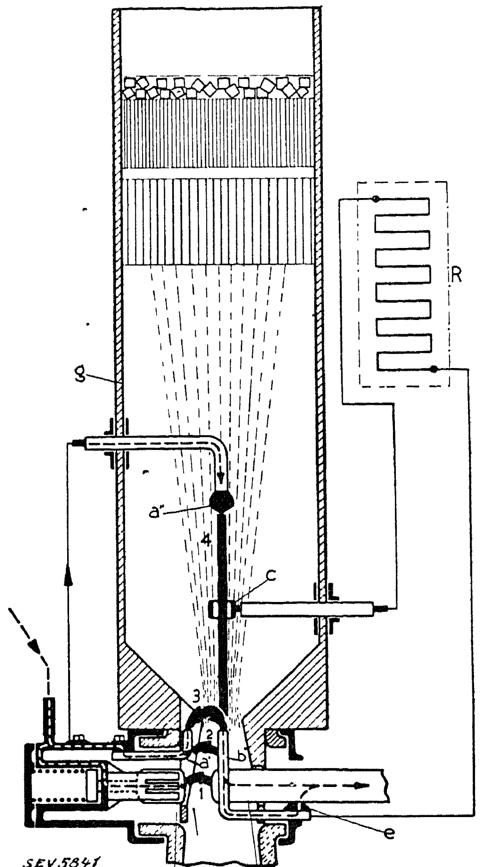


Fig. 26.
Prinzipieller Schnitt der Löschvorrichtung des Niederdruckluftschalters Sprecher & Schuh.

Widerstände in den abzuschaltenden Stromkreis eingeführt, der erst nach Reduktion des Stromes endgültig unterbrochen wird. Das Einschalten der Widerstände wird in eleganter Weise vom Lichtbogen selbst vorgenommen, der durch einen Luftstrahl an die in der Strahlaxe gelegenen Hilfselektroden geblasen wird. Der prinzipielle Schnitt durch die Blaskammer des Druckluftschalters mit Widerstandsstufe ist in Fig. 26 dargestellt. Beim Trennen der Hauptelektroden a, b wird der Lichtbogen gezündet und durch den Luftstrahl zuerst auf die Abbrennkontakte a' b' abgetrieben. Hernach wird durch die fortgeblasenen ionisierten Lichtbogengase ein neuer paralleler Lichtbogen zwischen dem Abbrennkontakt b' und einer in der Strahlaxe liegenden Hilfselektrode a'' gezündet. Dieser Lichtbogen trifft unterwegs auf die Zwischenelektrode c, an welche der Widerstand angeschlossen ist, der nun in Wirkung treten kann [5]). Durch den Widerstand wird der Strom im Kurzschlusskreis gedrosselt und dabei die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung verkleinert. Dadurch wird die Löschung des letzten Lichtbogens zwischen a'' und c wesentlich erleichtert. Wegen der hohen, stossartigen Beanspruchung durch den Anstieg der wiederkehrenden Spannung müssen die Widerstände, deren Ueberschlagstrecken in Luft liegen, sehr sorgfältig gebaut werden. Die mechanische Trennung des Stromkreises und die Lichtbogenbewegung erfolgen bei diesem Schalter in zueinander senkrechten Ebenen. In diesen beiden Richtungen müssen, zum Unterschied mit den vorher besprochenen Schaltern, die Abstände der wiederkehrenden Spannung und der Prüfspannung genügen. Die Federn zur Druckerzeugung und die Stufenwiderstände

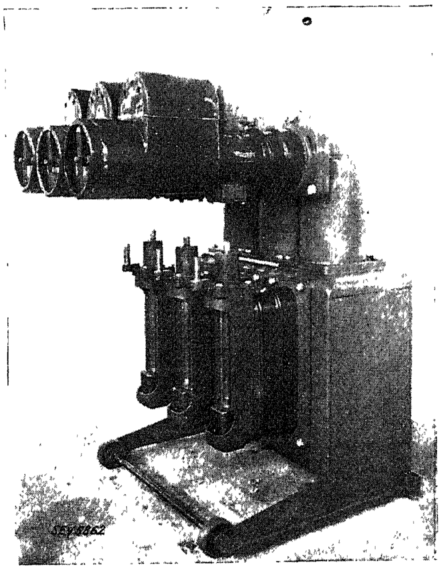
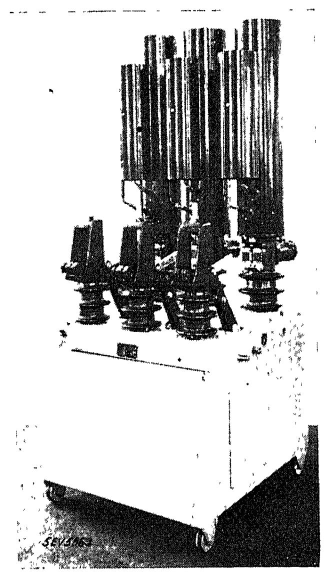


Fig. 27 (links).

Kompressorloser Druckluftschalter Sprecher & Schuh für 15 kV, 500 A.

Fig. 28 (rechts).

12-kV-Druckluftschalter Sprecher & Schuh für Betrieb mit Kompressor.



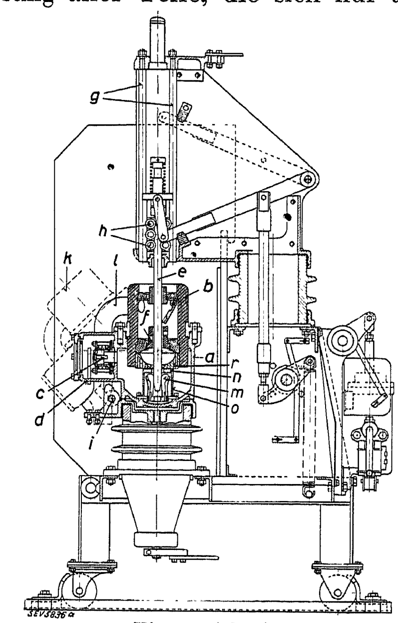
Zeit nach Möglichkeit zu reduzieren, wurde der Druck reduziert und dafür die von der Vielfachunterbrechung bei Oelschaltern her bekannte Stufenschaltung angewendet. Die Unterbrechung erfolgt also in zwei oder mehr Stufen. Zuerst werden

bringen es im weitern mit sich, dass der Raumbedarf dieser Schalterart eher grösser ist als der von

[5]) A. Roth, Bull. SEV 1932, Nr. 23, S. 619, ferner: Clerc, Bull. Soc. franç. Electr. 1932, S. 73, do. Rev. gén. Electr. 1935, Bd. 38, S. 745.

Schaltern mit Fremderzeugung des Druckes (Fig. 27). Dafür fällt aber die zentrale Druckanlage weg. Bei höheren Spannungen, von 50 kV und darüber, wachsen die schalttechnischen und konstruktiven Schwierigkeiten so an, dass eine wirtschaftliche Ausführung mit Selbsterzeugung des Druckes fraglich scheint. Nach demselben Prinzip bauen die erwähnten zwei Firmen auch Druckluftschalter mit fremderzeugtem Druck bis zu hohen Spannungen, wovon Fig. 28 eine Ausführung zeigt.

Der seinen Druck selbst erzeugende Luftschalter erfüllt die Forderung steter Betriebsbereitschaft in hohem Masse, wie es übrigens auch die Wasserschalter und die Oelschalter tun. Wird neben der steten Betriebsbereitschaft ohne Hilfsapparate jedoch auch der Wegfall von brennbaren Löschmitteln vorgeschrieben, so muss von beiden letzten Schalterarten der Wasserschalter vorgezogen werden. Der *Wasserschalter*, dessen Abstammung vom Topfschalter unverkennbar ist, erlebte seine Wiederauferstehung in den Jahren 1929 bis 1931. Unter dem Namen Expansionsschalter widmete ihm Kesselring, Berlin, eine Reihe interessanter theoretischer Arbeiten [6]), deren erste Schlussfolgerungen jedoch nicht in allen Fachkreisen anerkannt wurden [7]). Konstruktiv brachte der Wasserschalter gegenüber dem Topfschalter nichts wesentlich Neues. Vergleicht man Fig. 29 z. B. mit Fig. 12, so fällt sofort auf, dass der ältere Schalter schon die Unterteilung in zwei Kammern aufweist. Der Fortschritt beim heutigen Wasserschalter liegt in der richtigen Bemessung aller Teile, die sich nur aus den Versuchen in der Hochleistungsprüfanlage ergeben kann, und in der Verwendung neuerer Isoliermaterialien. Die Wirkungsweise der verschiedenen Ausführungen ist dieselbe. In der Druckkammer a, die mit Wasser gefüllt ist, wird der Lichtbogen zwischen der festen Kontakttulpe m und dem nach oben bewegten Stift e gezogen. Durch Verdampfen von Wasser erzeugt er in a einen Ueberdruck. Die Löschung des Lichtbogens erfolgt beim Austritt des Stiftes aus der Düse f, durch den ausgepressten Strahl von Dampf und Wasser. Die obere Kammer b dient zum Auffangen und Kondensieren des Dampfes. Sie ist zur Druckentlastung durch zwei Rohre l mit der Aussenluft verbunden. In der Kammer a wird der Druck begrenzt durch ein Ventil c, welches beim Ansprechen die Entlastung durch den Ausgleich mit der Vorratskammer d ermöglicht. Durch den Einsatz r in die Druckkammer a wird das beim Ansprechen des Ventils c herausgepresste Wasser gezwungen, durch die Kontakttulpe m hindurch, d. h. quer zum Lichtbogen zu fliessen, wodurch eine intensive Löschwirkung erzielt wird. Die dauernde Verbindung des Schaltstiftes e mit dem äusseren Stromkreis erfolgt durch die Rollenkontakte h, die paarweise federnd zwischen l und den festen Stangen g angeordnet sind. Vor die Kontakttulpe m ist ein Abbrennring n gelegt. Der Abbrand an diesem Ringe wurde wesentlich vermindert dadurch, dass man nach einem alten Vorschlag von Homburg, Kiel, aus dem Jahre 1918 [8]) die elektrische Verbindung o zu diesem Ringe als Spule (als Solenoid) ausbildete und damit den Lichtbogenfusspunkt durch elektromagnetische Blasung zur Rotation zwang. Zur Erleichterung der Revision bilden bei diesem Schalter alle Isolierteile der Lichtbogenlöscheinrichtung ein einziges Ganzes mit der Kondensationskammer b. Nach Lösen zweier Schrauben wird die Kammer a um die Axe i bis zur Stellung k gekippt, wo das Herausziehen der Isolierteile erfolgen kann ohne Störung durch den Schaltstift e und seine festen Führungsteile. Das Aeussere des Schalters zeigt Fig. 30, während Fig. 31 das Oszillogramm einer Abschaltung von 550 MVA bei 10 kV wiedergibt.



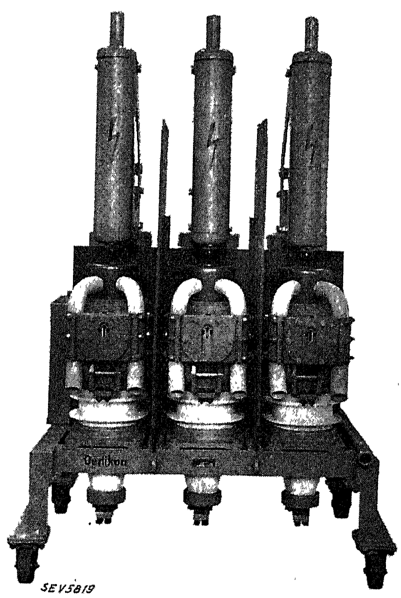


Fig. 29 (oben).
Prinzipieller Aufbau des Wasserschalters Oerlikon.
Fig. 30 (rechts).
Wasserschalter Oerlikon für 10 kV, 600 A

Trägt man für eine bestimmte konstante wiederkehrende Spannung die aus zahlreichen Versuchen ermittelte Lichtbogenlänge in Funktion des jeweiligen Abschaltstromes auf, so erhält man bei allen Schalterarten mit selbsterzeugtem Druck oder selbsterzeugter Strömung Kurven nach Fig. 32. Die maximale Lichtbogenlänge tritt nicht auf bei der garantierten Höchstleistung, sondern in der Regel bei einem wesentlich geringeren Stromwert, der als kri-

[6]) Kesselring, der Expansionsschalter, ETZ 1930, H. 4, S. 499.

[7]) Diskussionsbericht, Bull. SEV 1932, Nr. 22, S. 546.

[8]) Nach DRP 312134.

tischer Strom bezeichnet wird. Bei diesem Stromwert beginnt im betreffenden Schaltertyp die Wirkung entweder der magnetischen Blasung (z. B.

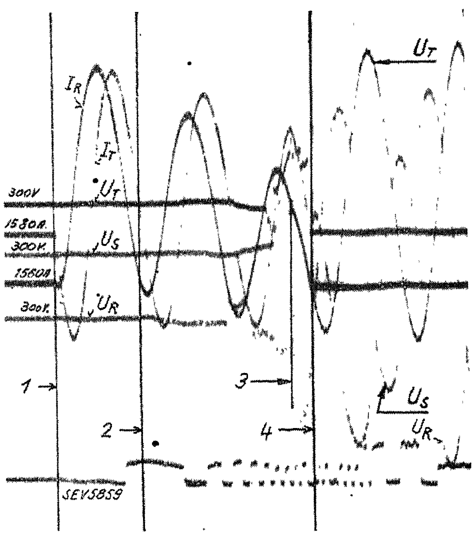


Fig. 31.
Oszillogramm der Abschaltung einer dreiphasigen Leistung von 550 MVA mit dem Oerlikon-Wasserschalter.
1 Beginn des Kurzschlusses.
2 Oeffnen des Kontaktes der Phase *R*.
3 Löschen des Lichtbogens in Phase S.
4 Ende des Kurzschlusses.
Effektivwert des Kurzschlußstromes (Mittel der drei Phasen) bei Kontaktöffnung 28 500 A.
Effektivwert der wiederkehrenden Spannung (Mittel der drei Phasen) 11 200 V.

bei den Oelschaltern) oder des selbsterzeugten Druckes (bei allen Schaltern mit Löschkammern). Bei einem betriebssicheren Schalter muss auch beim kritischen Strom der Lichtbogen löschen, bevor seine Länge gleich der Unterbrechungsdistanz wird. Bevor man über das Verhalten eines Schalters sichere Gewähr hat, muss man ihn, bzw. einen Schalter gleichen Typs beim kritischen Strom ausgemessen haben. Neben dieser Eigenschaft, die er mit andern Schalterarten gemeinsam hat, weist der

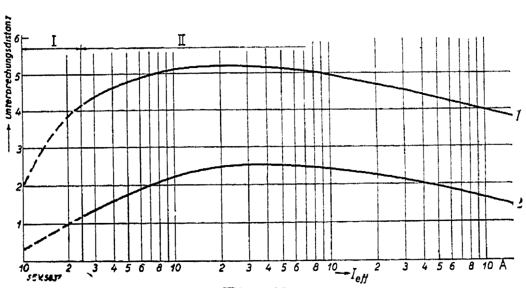


Fig. 32.
Kurve der Lichtbogenlänge eines Wasserschalters in Funktion des Abschaltstromes.
I Bereich der Widerstandsschaltung.
II Bereich der Lichtbogenschaltung.
Kurve *1* Obere Grenzlinie der Streuung.
Kurve *2* Untere Grenzlinie der Streuung.

Wasserschalter bei ganz kleinen Strömen eine besondere Eigentümlichkeit auf, die mit der Verwendung des Wassers als Löschmedium zusammenhängt. Der richtig bemessene Wasserschalter schaltet nicht mehr als Lichtbogenschalter ab, sondern als idealer Widerstandsschalter, der den Strom rasch auf Null herunterdrosselt, so dass die Spannung ohne hochfrequente Schwingungen an der Trennstelle wieder-

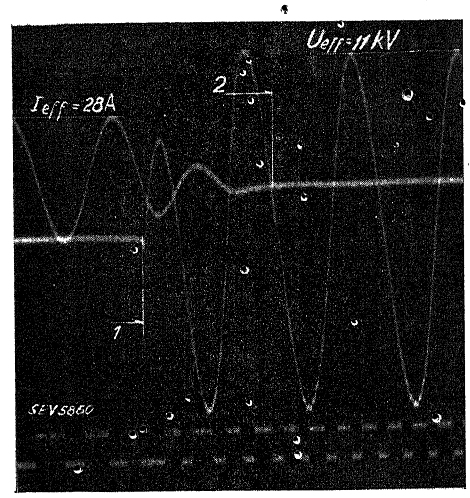


Fig. 33.
Oszillogramm einer Widerstands-Abschaltung von 28 A beim Wasserschalter Oerlikon, 10 kV, 600 A.
1 Beginn der Oeffnung des Kontaktes.
2 Ende der Abschaltung.

kehrt. Das Oszillogramm einer solchen Abschaltung ist in Fig. 33 ersichtlich. Es ist kein Lichtbogen mehr ersichtlich und sobald die Distanz zwischen den Elektroden rascher anwächst als die Leitfähig-

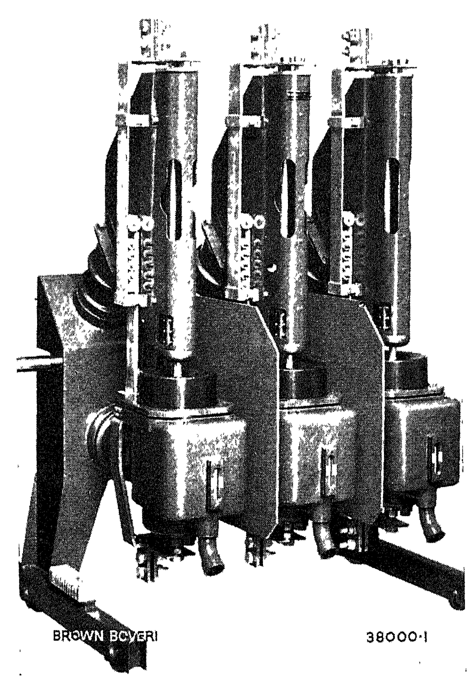


Fig. 34.
Brown-Boveri-Wasserschalter für 11 kV, 2500 A.

keit des erhitzten Wassers, nimmt der Strom ab und erlischt beim nächsten Nulldurchgang.

Der Wasserschalter nach Fig. 34 unterscheidet sich vom vorherigen durch die konstruktive Ausführung. Wie aus dem schematischen Querschnitt

Fig. 35 hervorgeht, ist das Druckausgleichventil so angebracht, dass das herausgepresste Wasser an der festen Kontakttulpe vorbeifliesst.

Wegen der Leitfähigkeit des Löschmediums liegt die obere Grenze des Anwendungsbereiches der Wasserschalter ungefähr bei 20 bis 25 kV. Dieselben Konstruktionen wurden auch für höhere Spannungen verwendet, wobei jedoch das Wasser durch Oel ersetzt wurde. Solche Schalter gehören dann

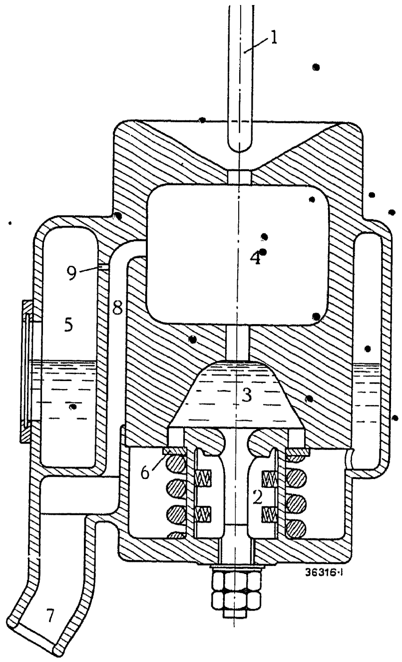


Fig. 35.
Prinzipieller Schnitt durch die Löscheinrichtung des Brown-Boveri-Wasserschalters.

aber in die Gattung «ölarme Schalter». Der Wasserschalter ist ein Schalter sehr robuster und einfacher Bauart, der bei richtiger Konstruktion wenig Wartung bedarf (der Wasservorrat reicht für mehrere hundert Betriebsschaltungen) und stets schaltbereit ist, da er wie ein Oelschalter mit Ausschaltfedern arbeitet. Er wird im Ausland neben dem Druckluftschalter häufig verwendet. In der Schweiz besteht zur Zeit eine gewisse Voreingenommenheit gegen ihn, weil bei ersten Anwendungen Schwierigkeiten im Isoliermaterial auftraten. Diese Unzulänglichkeiten sind heute offenbar allgemein behoben worden.

Der *ölarme Schalter* ist nichts anderes als die moderne Ausführung des Topfschalters von Hewlett. Als solcher ist er in Amerika nie ganz vom Markte verschwunden. Um so merkwürdiger ist es, dass seine Modernisierung in den Jahren 1933 bis 1935 in Europa stattfand. Wegen der vorzüglichen Eigenschaften des Oeles als Löschmittel ergab sie sich sehr rasch und zwanglos, sobald die betreffenden Firmen durch Schaffung von leistungsfähigen Kurzschlussprüfanlagen die Mittel zur systematischen Forschung erhalten hatten. Der ölarme Schalter wurde recht eigentlich als Fortsetzung der Wasserschalterreihe nach oben, d. h. für die Spannungen von 50, 110, 150 und 220 kV entwickelt. Dort ist auch der Gewinn, der durch das Abgehen der Isolation durch Oelstrecken entsteht, am interessantesten. Gegenüber den normalen Dreikesselölschaltern benötigt der ölarme Schalter nur 1/20 bis 1/50 der Oelmenge, wodurch evtl. Oelbrände bedeutungslos geworden sind. Ausserdem werden heute bei diesen Spannungen die Schaltanlagen im Freien aufgebaut, so dass die noch vorhandenen kleinen Oelmengen gegenüber den andern Vorteilen der Betriebsbereitschaft ohne Druckquelle ohne weiteres in Kauf genommen werden. Die Löscheinrichtungen der verschiedenen Ausführungen unterscheiden sich, soweit es die selbsterzwungene Löschung anbetrifft, nicht wesentlich voneinander. Die Differenz beginnt erst da, wo die fremderzwungene Löschung in verschiedenen Graden eingeführt wird. Durch öfteres Unterteilen der Löschkammern durch Trennwände wird bei allen diesen Schaltern der Lichtbogen stark gequetscht und doch überall mit Oel in Berührung gebracht. Die Geschwindigkeitserhöhung der Gase beim Durchtritt durch die Düsenöffnung der Trennwände wiederholt sich hier mehrfach, bis beim Austritt des Stiftes aus der letzten Düse die Blasung auf das Maximum anwächst und der Lichtbogen löscht. Dieser Aufbau ist aus dem grundsätzlichen Querschnitt des Brown-Boveri-Schalters (Fig. 36) leicht erkennbar. Zur Begrenzung des Kammerdruckes ist hier in ähnlicher Lage wie beim Wasserschalter ein Ventil angebracht.

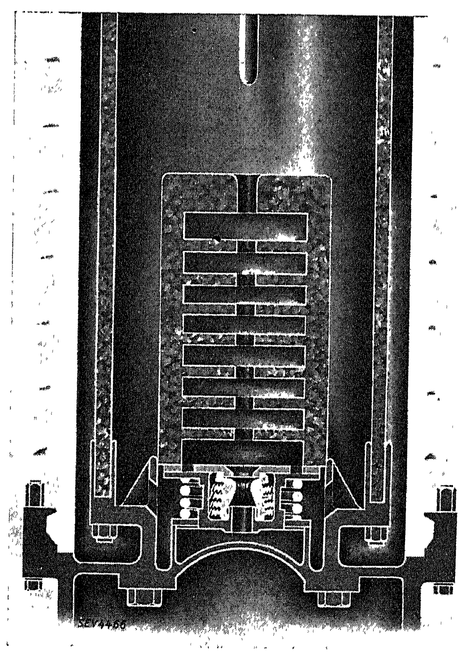


Fig. 36.
Prinzipieller Schnitt durch die Löscheinrichtung des ölarmen Schalters Brown Boveri (Konvektorschalters).

Da bei allen Strömen bis zum kritischen Wert die Wirksamkeit der Blasung noch klein ist, muss ähnlich wie bei normalen Oelschaltern sowohl die Kammer als auch der Schaltweg verhältnismässig lang sein.

Die Durchschlagsfestigkeit von Oel bei Stossspannung ist derart hoch, dass geringe und auch

verrusste Oelmengen genügen, um der wiederkehrenden Spannung zu widerstehen. Um jedoch auch bei den länger dauernden Spannungserhöhungen

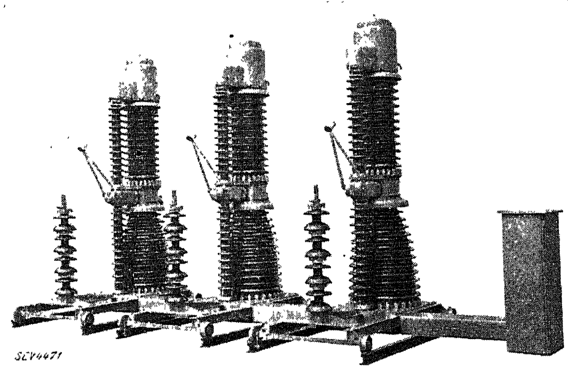


Fig. 37
Konvektorschalter (Brown Boveri) für 150 kV Nennspannung, dreipolig.

des Betriebes, z. B. bei Phasenopposition zweier Netze am offenen Schalter, genügende Sicherheit zu haben, wird der ölarme Schalter in der Regel mit einem Trenner (Fig. 37) kombiniert, derart, dass der Trenner nach dem Oelschalter ausschaltet und vor ihm einschaltet.

Einen andern Weg zur Bemeisterung des kritischen Strombereiches gingen diejenigen Firmen, die die Blasung des Lichtbogens mit fremderzeugtem Drucköl eingeführt haben. Dieses Verfahren hat den grossen Vorteil, die maximale Lichtbogenzeit wesentlich zu verkürzen und die Streuung relativ und absolut zu reduzieren.

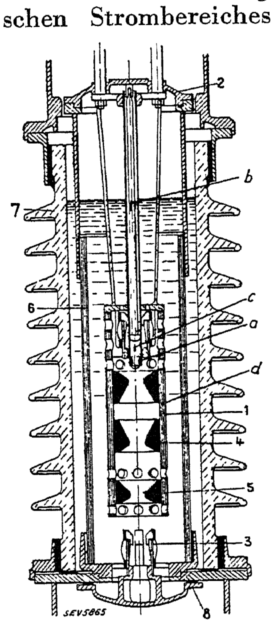


Fig. 38.
Prinzipieller Schnitt durch die Löscheinrichtung des ölarmen Schalters von Sprecher & Schuh.

Bei dem von den Ateliers de Constructions Electriques de Delle entwickelten Oelstrahlschalter [9]) (Fig. 38 und 39) ist der bewegliche Schaltstift a als Rohr ausgebildet, das über einen feststehenden Bolzen b läuft. Beim Hinaufschnellen des Kontaktrohres a wirkt der Bolzen b als Kolben und spritzt die vor ihm im zylindrischen Raum c liegende Oelmenge durch die düsenförmige Spitze von a hindurch in den Lichtbogen hinein. Anstatt mit einem Ventil wird die Kammer dadurch vor zu hohem Druck geschützt, dass sie unten offen ist wie die Kammer von Hewlett (Fig. 10).

Es ist ohne weiteres klar, dass die Wirkung dieser Oelspritze auf die Geschwindigkeit des Schaltstiftes genau dieselbe ist wie die einer Oelbremse.

[9]) Saudicœur, Rev. gén. Electr., 16 juin 1934, p. 815.

Um eine bestimmte Geschwindigkeit des Stiftes zu erreichen, muss man daher je nach Druck und Fördermenge der Oelspritze die Ausschaltfedern entsprechend bemessen.

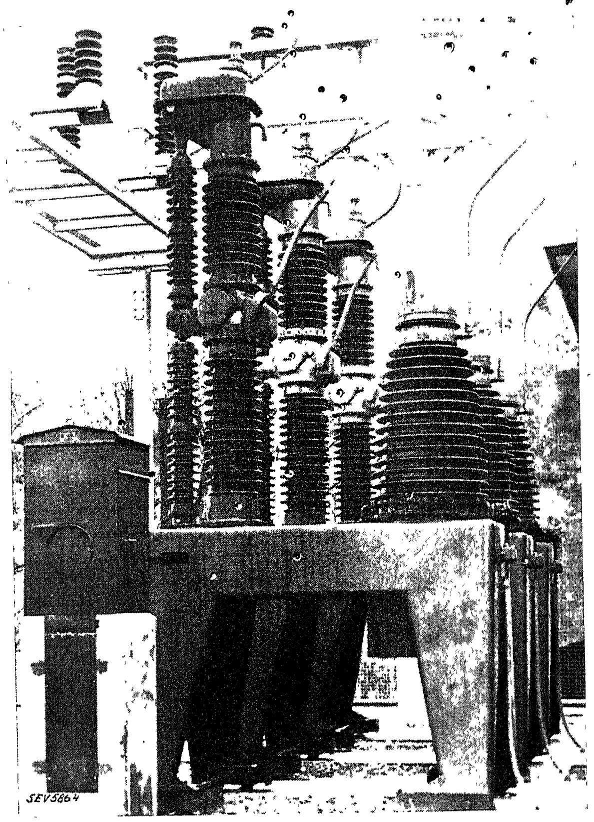
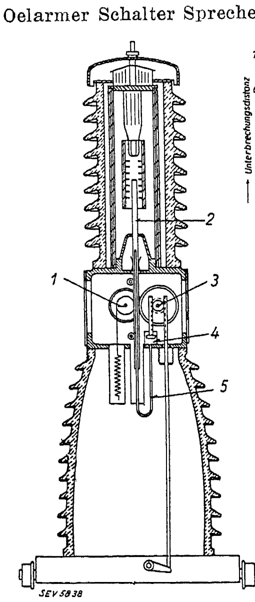


Fig. 39.
Oelarmer Schalter Sprecher & Schuh für 150 kV Nennspannung.



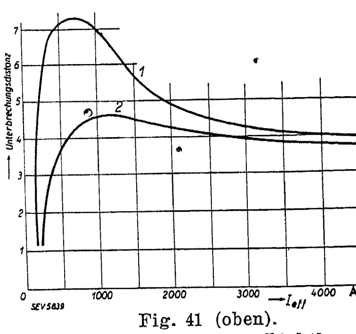


Fig. 41 (oben).
Kurve der mittleren Lichtbogenlänge eines ölarmen Schalters von Oerlikon in Funktion des Stromes.
1 Ohne Oelblasung.
2 Mit Oelblasung.

Fig. 40 (links).
Prinzipieller Schnitt durch die Löschvorrichtung des ölarmen Schalters Oerlikon.
1 Angetriebene Polwelle mit Freilaufkupplung. 2 Beweglicher Hohlkontakt. 3 Antreibende Welle. 4 Oelpumpe. 5 Oeldruckleitung.

Die Maschinenfabrik Oerlikon hat konstruktiv eine andere Lösung gesucht. Der Schaltstift eines jeden Poles wird wie bei den andern Ausführungen durch eine Verklinkung vom Antrieb gelöst und durch seine eigene Feder in die Ausschaltstellung geschleudert. Sowohl seine eigene Masse wie die

seiner Feder ist auf das Minimum reduziert, so dass die Beschleunigung und die erreichte Geschwindigkeit hoch werden. Der dreipolige Antrieb geht ebenfalls unter der Wirkung einer Feder in die Ausschaltstellung. Die drei Oelspritzen werden nun un-

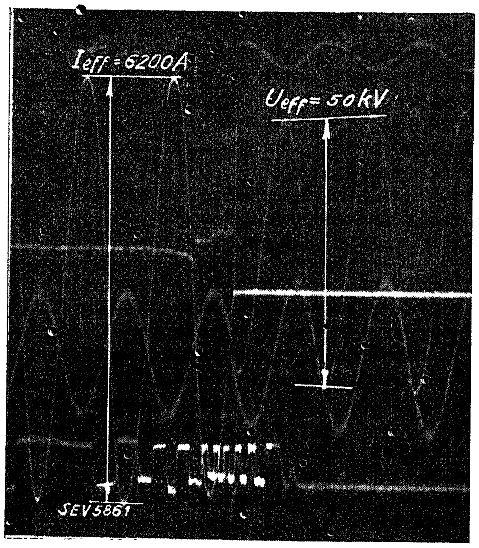


Fig. 42.
Oszillogramm der Abschaltung einer dreiphasigen Leistung von 620 MVA bei 50 kV mit einem ölarmen Schalter Oerlikon.

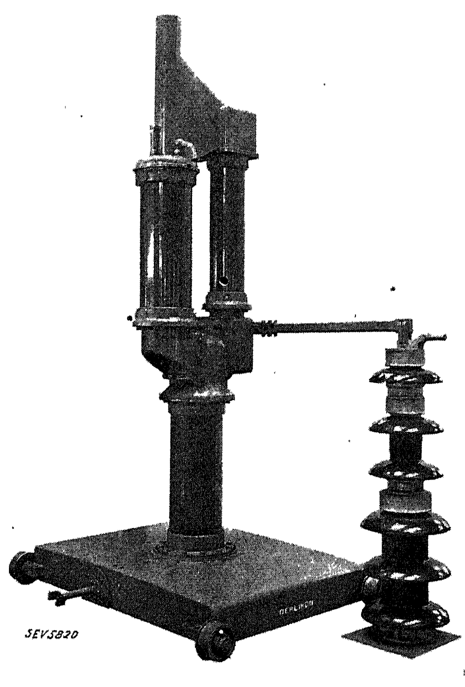


Fig. 43.
Oelarmer Schalter Oerlikon für 50 kV, 600 A.
(Versuchsausführung für Innenraumaufstellung.)

abhängig vom Schaltstift durch den Antrieb betätigt (Fig. 40).

Der Einfluss der Oelspritze ist am besten ersichtlich in der Kurve der Lichtbogenlänge in Abhängigkeit des Stromes (Fig. 41). Es wird die Lichtbogenlänge beim kritischen Strom auf einen Bruchteil derjenigen ohne fremde Oelblasung reduziert. Bei höheren Strömen ist der selbsterzeugte Druck der-

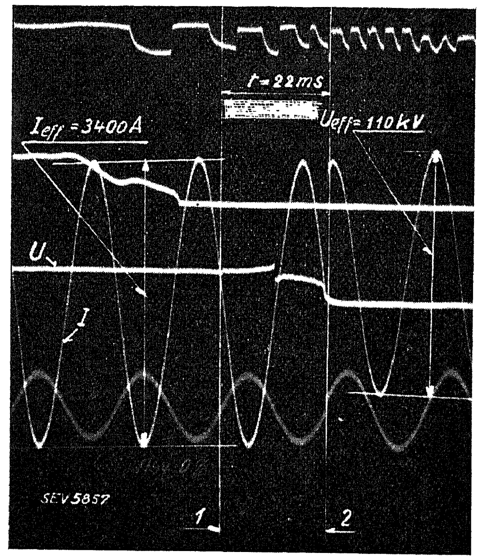


Fig. 44.
Oszillogramm der Abschaltung einer dreiphasigen Leistung von 750 MVA bei 110 kV mit einem ölarmen Schalter Oerlikon.
1 Beginn der Abschaltung.
2 Ende der Abschaltung.

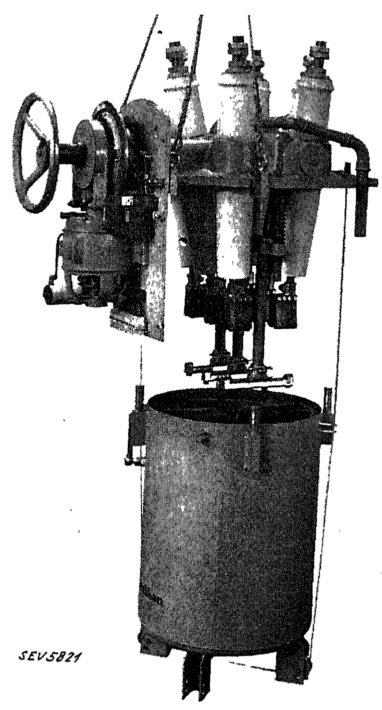


Fig. 45.
Moderner Oelschalter der Reihe 10, 600 A, aus dem Kessel herausgezogen.

art hoch, dass die Löschung ohnehin in sehr kurzer Zeit erfolgt. Fig. 42 zeigt das Oszillogramm einer Abschaltung mit dem Versuchsschalter nach Fig. 43. Es wurde der Strom von 6200 A bei 50 000 V wiederkehrender Spannung am Pol in zwei Halbwel-

len gleich 0,02 s unterbrochen, was eine dreiphasige Abschaltleistung von 620 MVA ergibt. In derselben Zeit wurde an einem 100-kV-Schalter gleicher Bauart nach dem Oszillogramm Fig. 44 der Strom von 3400 A bei 110 kV unterbrochen, entsprechend 750 MVA Abschaltleistung.

Trotz der Konkurrenz der gezeigten neuen Schalterarten haben sich die *normalen Oelschalter* immer noch behaupten können. Es ist dies darauf zurückzuführen, dass, solange keine grossen Oelstrecken und Oelmengen für die Isolation nötig sind, speziell die Bauart, wo die drei Phasen in einem Kessel untergebracht sind, immer noch den billigsten Schalter mit kleinstem Raumbedarf ergibt. Bis zu ca. 30 000 V treffen diese Verhältnisse zu und es werden daher überall da, wo nur wenige Schalter nötig und allfällige Oelbrände lokalisiert sind, immer noch Oelschalter eingebaut. Dadurch, dass die Oelschalter in einer Hochleistungsanlage geprüft werden, ist das verbleibende Risiko einer Störung durch das Oel nur äusserst gering. Auch die normalen Oelschalter haben durch die Ergebnisse in den Kurzschlussprüfanlagen verschiedene Verbesserungen erfahren. In erster Linie wurden Ausschalt- und Einschaltgeschwindigkeit auf das Mehrfache erhöht und die Abstände im Oel auf das Minimum reduziert, so dass die Eigenblasung des Stromes früh wirksam wird. Es kann füglich behauptet werden, dass der kleinste Schalter, der die vorgeschriebene Isolation noch besitzt, am besten schaltet. Die Kessel sind von kreisrundem Querschnitt, die Böden gewölbt und die Isolation durch vertikale Flächen stets gewährleistet. Die hohen Einschaltströme werden allgemein durch adynamische Fingerkontakte bemeistert, da die Hochleistungsversuche die Nachteile der Sonderausführungen von Tastkontakten gezeigt haben, welche die Ausschaltung hemmen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass im Gebiet der Höchstspannungen der Druckluftschalter und der ölarme Schalter einen scharfen Kampf auszufechten haben, während bei den tieferen und mittleren Spannungen die drei Schalterarten: Druckluftschalter, Wasserschalter und Oelschalter je nach den örtlichen, technischen und finanziellen Bedingungen zur Anwendung gelangen werden. Jedenfalls wird in den nächsten Jahren eine der Hauptaufgaben der Werksleiter die Anpassung der Schalter an die heute in ihren Netzen vorhandenen Kurzschlussleistungen sein und der Ersatz veralteter Konstruktionen durch solche, die sich in der Hochleistungsanlage ausgewiesen haben.

Ueber die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.

Vortrag, gehalten an der Hochfrequenztagung des SEV vom 9. Mai 1936 in Yverdon[1]),
von Prof. Dr. *H. Zickendraht*, Universität Basel.

621.396.11

Es wird auf die verwickelte Natur des Problems der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über einem Erdboden von gegebener Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante in einer inhomogenen, von hochionisierten Regionen durchsetzten Atmosphäre hingewiesen. Das Feld zerfällt in Nahefeld, Zwischenfeld und Fernfeld. Die Strahlungscharakteristiken einfacher Antennengebilde lassen sich unter vereinfachenden Annahmen berechnen, bei welcher Gelegenheit man zur Theorie der Strahlwerfer und der schwundmindernden Antennen gelangt.

L'auteur expose la nature compliquée du problème de la propagation des ondes électromagnétiques au-dessus d'un sol de conductibilité et de constante diélectrique données, dans une atmosphère inhomogène parsemée de régions fortement ionisées. Le champ se décompose en champ rapproché, champ intermédiaire et champ éloigné. Les caractéristiques de rayonnement des antennes de formes simples peuvent se calculer à partir d'hypothèses simplifiées, ce qui conduit à la théorie des réflecteurs et des antennes «anti-fading».

Das Problem der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, die sich von einer Antenne auf unvollkommen leitendem Boden abgestrahlt, in einem elektrisch inhomogenem Medium fortpflanzen, teilt das Schicksal der meisten Aufgaben angewandter Wissenschaft: Mit wachsender Erkenntnis der wirklichen Verhältnisse wachsen auch die Schwierigkeiten der exakten Behandlung. Das vorliegende Referat soll in kurzen Zügen auf die komplexe Natur des Gesamtproblems hinweisen.

Es sei eine *Antenne* mit bestimmter Stromverteilung betrachtet. Ihr unteres Ende ist geerdet, wobei man versucht, durch eingepflügte Metallmassen die meist sehr unvollkommene elektrische Leitfähigkeit des Erdbodens wenigstens unter dem Strahlsystem auszugleichen. Elektromagnetische Energie löst sich von der Antenne ab und strahlt in den umgebenden Raum hinaus. Dabei ist es von vorneherein wichtig, drei Gebiete des bestrahlten Raumes zu unterscheiden: Im *Nahefeld* gilt für den Vektor des elektrischen Feldes $\mathfrak{E}$ das Coulombsche Gesetz, für den magnetischen Vektor $\mathfrak{H}$ das Gesetz von Laplace-Biot-Savart. Ausserdem sind $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{H}$ hier nicht in Phase. Dieses Nahefeld ist nun aber auf die unmittelbare Umgebung der Antenne beschränkt, da sein Bereich sich nur auf Bruchteile der ausgestrahlten Wellenlänge erstreckt. Im *Fernfeld* hingegen befindet man sich viele Wellenlängen weit vom Sender entfernt und stellt fest, dass elektrisches und magnetisches Feld räumlich aufeinander senkrecht stehen, gleiche Grösse haben und konphas schwingen. Hier nähmen die Felder, wären nicht absorbierende Einflüsse in Erdboden und Luftraum vorhanden, umgekehrt proportional der Entfernung ab. Zwischen *Nahefeld* und *Fernfeld* liegt verbindend das *Zwischenfeld;* seine mathema-

[1]) Vgl. den kurzen Bericht über die Veranstaltung im Bull. SEV 1936, Nr. 11, S. 312. Aus technischen Gründen musste die Veröffentlichung der Vorträge bis heute verschoben werden.

tisch formulierbaren Gesetze liefern einen kontinuierlichen Uebergang zwischen Nahe- und Fernzone [2]).

Bedenkt man nun, dass sich jede praktisch verwendete Antenne auf oder über einem relativ schlecht leitenden Erdboden, dazu noch in einer Atmosphäre kompliziert verteilter elektrischer Leitfähigkeit befindet, so ist es klar, dass die tatsächlich vorliegenden Ausbreitungsverhältnisse elektromagnetischer Wellen meist stark von dem Bilde abweichen, das sich der Theoretiker auf Grund einer Integration der Maxwellschen Gleichungen nach der klassischen Hertzschen Methode zu schaffen vermag.

Bekanntlich strahlt ein gleichmässig mit sinusförmigem Wechselstrome i belegtes gerades *Stromelement* Δl senkrecht zu seiner Axe maximal, in seiner eigenen Richtung überhaupt nicht, wobei eine Strahlungscharakteristik nach Fig. 1, im Raume

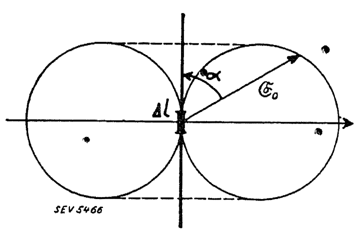


Fig. 1.
Strahlungscharakteristik eines geraden Stromelementes.

also ein rotationssymmetrischer Torus von kreisförmigem Querschnitt entsteht. Es gilt für das elektrische Maximalfeld die einfache Beziehung [3]):

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{2\pi \Delta l\, i_0}{r \cdot \lambda} \sin\alpha$$

Etwas komplizierter wird die Charakteristik, sobald man eine Antenne mit sinusoidal auf ihr verteilter Strombelegung, also einen gewöhnlichen Dipol betrachtet. Nach *Van der Pol* erhält man in der Fernzone, d. h. in der Entfernung r für das elektrische Maximalfeld den Ausdruck:

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{60\, i_0}{r} \cdot \frac{\cos\left[\frac{\pi}{2}\cos\alpha\right]}{\sin\alpha} \quad \text{V/cm}$$

Hängt man nun so, wie es Franklin von der Marconi-Company wohl als erster getan, p solcher Dipole senkrecht übereinander auf und denkt man die störende Erde zunächst ganz weg, so entsteht ein System mit rotationssymmetrischer Charakteristik vom Querschnitte folgender Form (Fig. 2):

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{60\, i_0}{r} \cdot \frac{\cos\left[\frac{\pi}{2}\cos\alpha\right]}{\sin\alpha} \cdot \left[\frac{\sin\frac{p\pi}{2}\cos\alpha}{\sin\frac{\pi}{2}\cos\alpha}\right]$$

Der erste Term der Gleichung stellt die Dipolcharakteristik, der zweite die «Reihencharakteristik» der Dipole dar. Vier Dipole übereinander ergeben schon eine ausgesprochene Richtwirkung senkrecht zur Axe, allerdings mit einem kleinen Nebenmaximum, das einer schief nach oben gerichteten Strahlung entspricht.

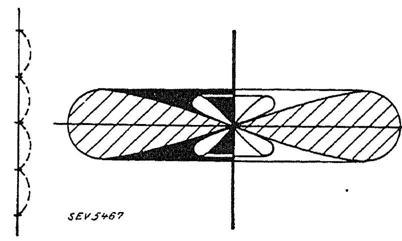


Fig. 2.
Strahlungscharakteristik von p übereinander angeordnete Dipolen.

Anders liegen nun die Verhältnisse, wenn man eine freie Antenne in der zweiten Harmonischen schwingen lässt. (Die erste Harmonische ist bekanntlich identisch mit der Grundschwingung.) Dann wird weder in Richtung der Antenne, noch senkrecht zu ihr Energie abgestrahlt; das Maximum der Strahlung weist vielmehr nach oben oder unten unter 55,5 Grad zur Antennenaxe, steht also schief zur Senkrechten. In Fig. 3 ist der Querschnitt der so entstehenden räumlichen Strahlungscharakteristik dargestellt.

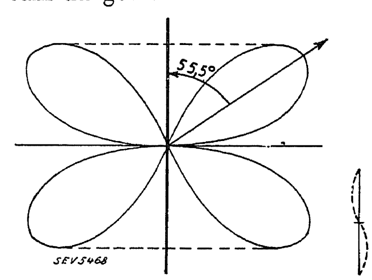


Fig. 3.
Strahlungscharakteristik einer freien, in der zweiten Harmonischen schwingenden Antenne.

Bei den bekannten englischen oder deutschen *Strahlwerfern*, die z. B. in der Völkerbundsstation in Prangins Verwendung finden, sind vertikale oder horizontale Dipole zu strahlenden Flächen vereinigt. Zur Reihencharakteristik fügt sich dann noch die *Gruppencharakteristik*, von der der Vollständigkeit halber ein Beispiel gegeben sei: q in Abständen von je $\lambda/4$ einander parallel angeordnete Dipole

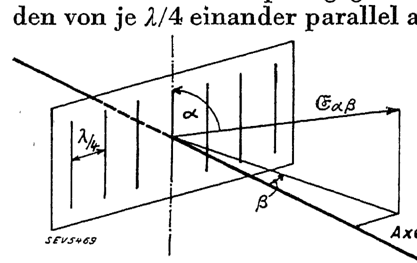


Fig. 4.
Strahlwerfer mit q parallelen Dipolen, in einem Abstand von je $\lambda/4$.

gemäss Fig. 4 geben in der Fernzone folgende, nun *nicht mehr rotationssymmetrische* räumliche Charakteristik:

$$\mathfrak{E}_{\alpha\beta} = \frac{60\, i_0}{r} \cdot \frac{\cos\left[\frac{\pi}{2}\cos\alpha\right]}{\sin\alpha} \cdot \left[\frac{\sin\left[\frac{q\pi}{2}\sin\alpha\,\sin\beta\right]}{\sin\left[\frac{\pi}{2}\sin\alpha\,\sin\beta\right]}\right]$$

Der erste Term gibt die Dipol-, der zweite aber die *Gruppencharakteristik* wieder. Aus Dipol-, Reihen-

[2]) H. Zickendraht, Helvetica Physica Acta. V. 3 (1931).
[3]) F. Siegel und J. Labus, Ztschr. f. Hochfrequenztechnik. 39. 86. (1932).

und Gruppencharakteristik zusammen gewinnt man die Charakteristik einer aus $p \cdot q$ Dipolen zusammengesetzten Strahlwerferfläche:

$$\mathfrak{E}_{\alpha\beta} = \frac{60\, i_0}{r} \cdot \frac{\sin\left[\frac{\pi}{2}\cos\alpha\right]}{\sin\alpha} \cdot \frac{\sin\left[\frac{p\,\pi}{2}\cos\alpha\right]}{\sin\left[\frac{\pi}{2}\cos\alpha\right]} \cdot \frac{\sin\left[\frac{q\,\pi}{2}\sin\alpha\,\sin\beta\right]}{\sin\left[\frac{\pi}{2}\sin\alpha\,\sin\beta\right]}.$$

Die Feldstärke in der Axe ist im Fernfelde:

$$\mathfrak{E}_{Axe} = p \cdot q\, \frac{60\, i_0}{r}$$

Die Oeffnung des Hauptstrahlungskegels in der Vertikalebene:

$$2\,\varphi = 2 \cdot \arcsin \frac{2}{p}$$

in der Horizontalebene:

$$2\,\psi = 2 \cdot \arcsin \frac{2}{q}$$

Je grösser also p und q, um so schärfer ist die *Bündelung* des Strahlwerfers.

Alle diese Ergebnisse gelten aber nur entweder im freien, nicht elektrisch leitenden Raume, fern von jeder leitfähigen Erde oder aber, wenn eine vollkommen leitend gedachte Erde unsere Modelle als Hauptsymmetrieebene halbiert. Solches aber entspricht nicht den tatsächlich vorliegenden Verhältnissen, weshalb nun versucht werden soll, die Theorie der Wirklichkeit anzupassen.

Praktisch verwendete Antennen pflegen auf dem Erdboden oder über Meerwasser zu stehen. Nur die Antennen der Luftfahrzeuge sind einigermassen weit vom Erdboden entfernt; trotzdem erreichen auch deren Wellen bald die elektrisch unvollkommen leitende Erde. Hier ist nun zu bedenken, dass zwei Grössen, die *Dielektrizitätskonstante* ε und die *spezifische Leitfähigkeit* $\varkappa$ von Erde oder Meerwasser von ausschlaggebender Bedeutung sind. Neue Messungen haben einwandfrei die Abhängigkeit beider Grössen von der ausgestrahlten Wellenlänge ergeben. So steigt insbesondere das Leitvermögen des Erdbodens mit wachsender Frequenz zunächst ziemlich stark, später langsamer, bei ganz kurzen Wellen unter 10 Meter aber ganz unerwartet rasch an. Die Dielektrizitätskonstante dagegen weist bedeutend geringere Frequenzabhängigkeit auf.

Die räumliche Charakteristik eines Dipols, der im Abstande von $\lambda/4$ über einer leitfähigen Ebene (Erde) steht, bietet zwei ganz verschiedene Bilder, je nachdem die Erde als unendlich gut leitend oder als unvollkommen leitfähig gedacht wird. Fig. 5, nach einer schönen Arbeit von *M. J. O. Strutt* [4]) gezeichnet, zeigt derartige Verhältnisse. Im Falle einer schlecht leitenden Erde von der Dielektrizitätskonstante 4 erhält man statt der horizontal gerichteten Strahlung eine schräg nach oben gerichtete Strahlungscharakteristik, bei der die Linien gleicher Feldstärke als eigentümliche Schleifen teils dem Erdboden entlang, teils in der Höhe umkehrend verlaufen. Bekanntlich verwendet man solche Antennen bei gewissen Blindlande-Verfahren der Luftfahrt, wobei ein Flugzeug längs einer Linie konstanter Feldstärke fliegend aus der Höhe dem Boden zugeführt wird.

Schief zur Erdoberfläche empor gerichtete Strahlungen durcheilen die Atmosphäre und geraten so in die seit *Heavisides* und *Kennellys* berühmt gewordenen Vermutungen experimentell erforschten wichtigen Gebiete der *Ionosphäre*. Messungen zahlreicher Autoren, unter denen vor allem der Engländer *E. V. Appleton* und die Amerikaner *Breit* und *Tuve* hervorgehoben seien, haben wertvolle Aufschlüsse über den Ionisationszustand in jener

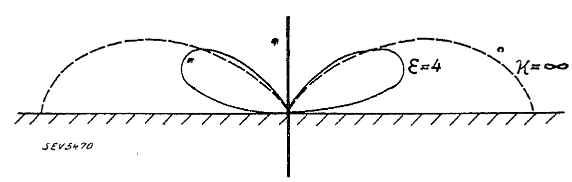


Fig. 5.
Strahlungscharakteristik eines Dipols, $\lambda/4$ über einer leitfähigen Ebene (Erde),
1. für eine Dielektrizitätskonstante von 4 und
2. für eine ∞ leitfähige Erde.

Höhe gegeben. In rund 100 Kilometer Höhe findet man 1 bis $2 \cdot 10^5$ Elektronen im cm^3, in rund 275 Kilometer Höhe 6 bis $8 \cdot 10^5$ Elektronen im cm^3 vor, ein Zustand, der der Atmosphäre eine so hohe elektrische Leitfähigkeit, gleichzeitig aber unter Umständen Werte der Dielektrizitätskonstanten verleihen kann, die unter die Einheit herabsinken. *D. R. Hartree* modifizierte 1929 die bekannte Eccles-Salpetersche Gleichung für die Dielektrizitätskonstante eines ionisierten Mediums in Abhängigkeit von der Ionenzahl N beim Verhältnis Ladung zu Masse e/m und der Kreisfrequenz ω und fand

$$\varepsilon = \nu^2 = 1 - \frac{4\,\pi\, N e^2}{m\,\omega^2 + \frac{4}{3}\pi\, N e^2}$$

Wird hier der zweite Term bei bestimmter kritischer Ionen-(bzw. Elektronen-)zahl N gleich 1, so sinkt der Brechungsindex ν der Ionensphärenschicht, der jene Ionisierung zukommt, auf Null herab und ein hinaufgesandter Wellenstrahl kann daselbst seine Richtung zur Erde zurück umkehren. So entsteht ein in hohen Ionosphärengebieten zur Erde zurückgebogener Strahl, der mit einem dem Erdboden folgenden zweiten Strahle zur Interferenz kommen und Schwächungen und Verstärkungen veranlassen kann. Will man solche vermeiden, so muss der strahlenden Antenne eine derart bemes-

[4]) M. J. O. Strutt, Annalen der Physik (5). 9. 67. (1931).

sene Richtcharakteristik gegeben werden, dass etwa die *Bodenstrahlung* bevorzugt, die *Steilstrahlung* aber benachteiligt wird. Dies geschieht neuerdings zur Vermeidung des sogenannten «*Nahefadings*», indem man, wie z. B. nach dem Vorbilde der Antenne von *Breslau* die Stromverteilung längs der Antenne so wählt, dass ein Stromminimum ungefähr im untern Siebentel der Antennenhöhe, ein Strombauch aber ungefähr in fünf Siebentel der geometrischen Antennenhöhe erzwungen wird. Die Strahlungscharakteristik liefert dann ein ausgesprochenes Maximum in horizontaler Richtung mit weitgehender Unterdrückung der Steilstrahlung im Winkelraume von $\alpha = 0$ bis 25 Grad. Nimmt man die Grenze des Nahefadings ungefähr da an, wo die Feldstärken der Raum- und der Bodenwelle gleich gross sind, so kann durch Benachteiligung der Steilstrahlung und damit der Raumwelle die Grenze des Nahefadings nicht unbeträchtlich hinausgeschoben werden. Man spricht bei Breslau von einer Erweiterung von 80 Kilometern auf 106 Kilometer Zonenradius.

Dies praktische Beispiel allein zeugt schon von der ungeheuren Wichtigkeit der elektromagnetischen Zustände der Ionospäre für die Radiotelegraphie. Es kann hier nicht der Ort sein, einen Ueberblick über die Erforschung der Ionosphäre mit elektromagnetischen Wellen zu geben. Dies hat der Verfasser an anderer Stelle getan [5]); doch sei abschliessend zusammengestellt, dass der Nachrichtentechnik heute genaue Daten über die Schwankungen der Ionenzahlen der *Heaviside-* und der *Appleton-Schicht* während längerer Perioden zur Verfügung stehen, dass man die *Doppelbrechung in der Ionosphäre* unter Einfluss des erdmagnetischen Feldes genau erforscht, die *Drehungen der Schwingungsebenen* polarisierter elektromagnetischer Strahlen gemessen und sorgfältige Beobachtungen über *diffuse Strahlungen* aus der Ionosphäre angestellt hat. In dieses Gebiet gehören auch die eigentümlichen Erscheinungen der «Modulation» der Ionosphäre, die beim *Luxemburgeffekt* [6]) erstmals zutage trat, ferner die noch nicht ganz geklärten *Echos langer Laufzeit*.

[5]) H. Zickendraht, Annales Guébhard-Séverine. 11. 35. (1935).

[6]) Siehe Bull. SEV 1936, Nr. 10, S. 268.

Diskussion.

Unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Dr. F. **Tank**, Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, welcher das interessante Referat angelegentlich verdankt, entspinnt sich eine Diskussion, aus der hier folgendes wiedergegeben sei:

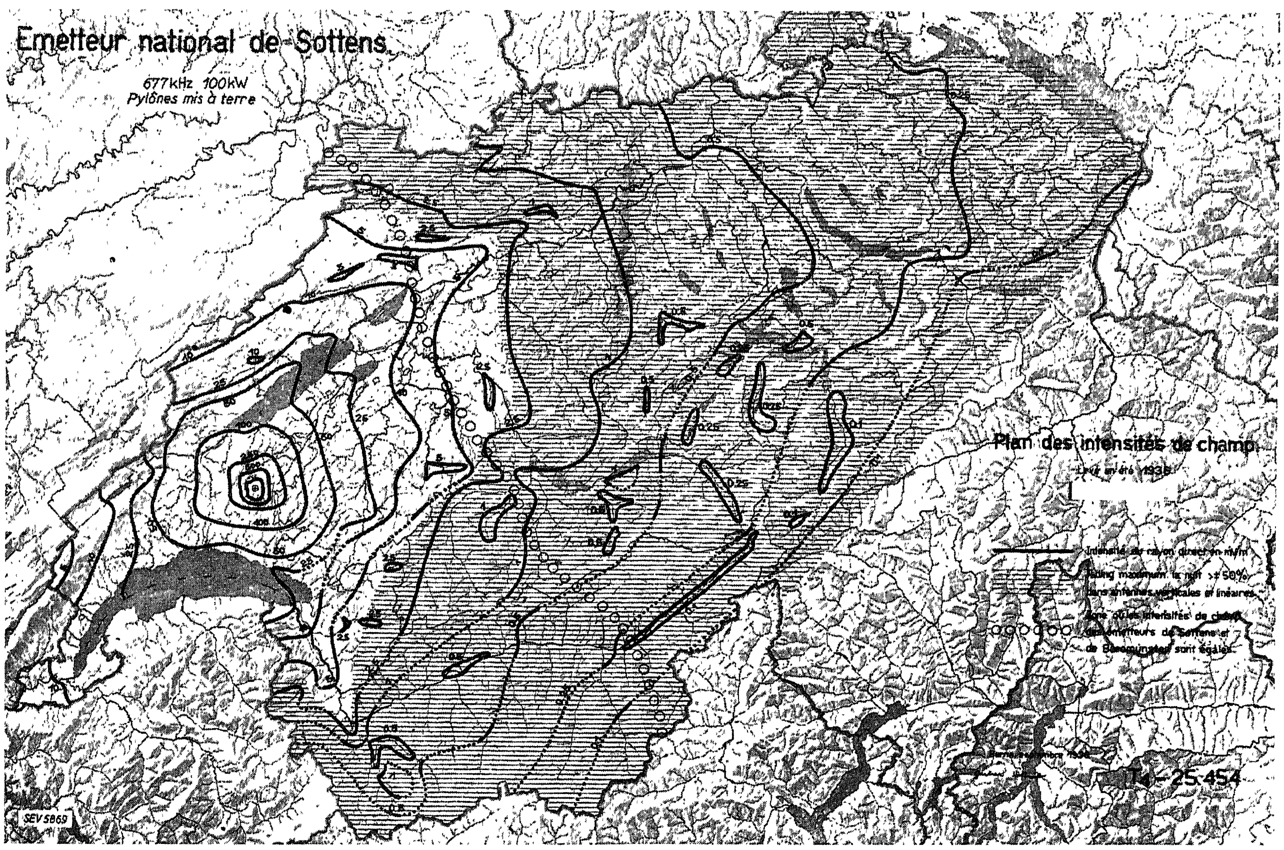


Fig. 1.
Ausbreitung der Bodenwellen des Landessenders Sottens, 677 kHz, 100 kW. Maßstab 1 : 2 000 000. Sommer 1936.
——— Kurve gleicher Feldstärke der Bodenwelle.
≡≡≡ Bei Nacht max. Fading $> \pm$ 50% in vertikalen Linearantennen.
ooooo Feldstärkegleichheit zwischen den Feldern von Beromünster und Sottens.

Herr Dr. **W. Gerber**, Generaldirektion der PTT, Bern, zeigt mehrere Feldstärkenpläne über die Wellenausbreitung schweizerischer Rundspruchsender. Im Zusammenhang mit der Exkursion nach dem Landessender Sottens [1]) ist hier ein

Herr Dr. **J. Dürrwang**, Basel, erkundigt sich über die Konstanz der Bodenwellenintensität.

Herr Dr. W. **Gerber**: Die Feldstärkenschwankungen der Bodenwellen unserer Landessender betragen in den Service-



Fig. 2.

Feldstärkenversorgung unseres Landessenders durch das gegenwärtige Sendernetz.

Landessender: Beromünster (*B*) 556 kHz, 100 kW. Sottens (*S*) 677 kHz, 100 kW. Monte Ceneri (*C*) 1167 kHz, 15 kW.

Lokalsender: Basel 1375 kHz, 0,5 kW. Bern 1375 kHz, 0,5 kW. Genève 401 kHz, 1.3 kW.

——— Kurven gleicher Feldsträke der Bodenwelle.
------ Feldstärkegleichheit zwischen benachbarten Sendern.
||||| ☰ Bei Nacht max. Fadings > ± 50 % in vertikalen Linearantennen.
Die Feldstärkenzahlen verstehen sich in mV/m.

Feldstärkenplan dieses Senders reproduziert; ein ausführliches Referat unter dem Titel: «Wellenausbreitung der schweizerischen Rundspruchsender», erschien in den Technischen Mitteilungen der TT-Verwaltung, Heft 4, 1936. Ausser-

bereichen bei normalem Wetter etwa ± 10 %. In den Gebieten sehr schwacher Bodenwellen von ca. 0,1 mV/m kann jedoch besonders im Winter die Tagesintensität der indirekten Strahlung die gleiche Grössenordnung erreichen, so dass

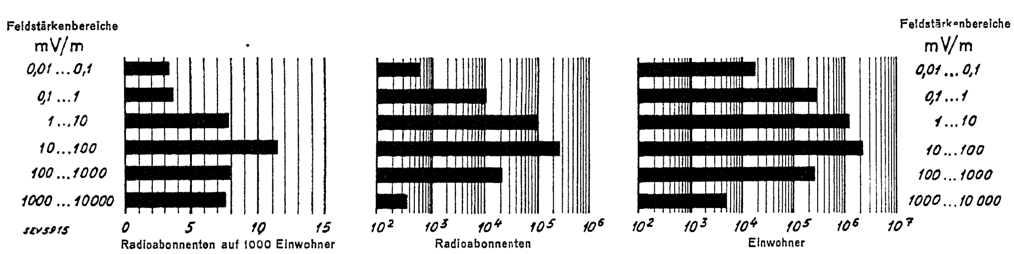


Fig. 3.

Statistische Auswertung der Fig. 2.

dem ist hier, in Fig. 3, ein Plan reproduziert, welcher die Feldstärkenversorgung unseres Landes durch das gegenwärtige Sendernetz zeigt, während Fig. 3 die Resultate einer statistischen Auswertung der Fig. 2 wiedergibt.

[1]) Die Beschreibung des Senders folgt später.

die Tagesfeldstärken mit den Feldstärken der Bodenwellen nicht mehr identisch sind. Aus diesem Grunde hat auch das CCIR 3 die standardisierten Dämpfungskurven der Bodenwellen im Bereich kleiner Restfeldstärken als nicht eindeutig bezeichnet.

Les transmissions par courant porteur sur les lignes à haute tension.

Résumé de la Conférence, faite le 9 mai à Yverdon, lors de la Journée de haute fréquence de l'ASE, par M. *E. Juillard*, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

621.396.44

L'auteur développe le principe des transmissions par courant porteur sur les lignes à haute tension et esquisse les réalisations pratiques en tenant compte des difficultés inhérentes au principe de ce système de téléphonie, qui s'applique non seulement aux communications téléphoniques, surtout entre centrales électriques, mais aussi à de nombreuses télécommunications d'un autre genre.

Der Autor entwickelt das Prinzip der leitungsgerichteten Hochfrequenztelephonie und skizziert anschaulich die praktischen Ausführungsformen, welche verschiedene grundsätzliche, dem Prinzip innewohnende Schwierigkeiten überwinden mussten. Diese Art Telephonie eignet sich nicht nur für Werkstelephonie, sondern auch für eine Reihe weiterer Fernübertragungen.

Le désir d'utiliser les lignes à haute tension pour les communications téléphoniques d'usine à usine a certainement hanté l'esprit de bien des ingénieurs. Ce désir est actuellement devenu réalité et nous nous proposons d'exposer en quelques mots le principe et les quelques particularités de ce système de téléphonie.

On sait qu'il est relativement facile de transporter simultanément par une même ligne une énergie sous forme de courant continu et une autre énergie sous forme de courant alternatif. Il suffit de placer aux endroits convenables des organes qui assurent la séparation de ces deux formes d'énergie, en disposant par exemple comme le fait voir la figure 1, des capacités sur la ligne à courant alternatif et des bobines de self-induction sur la ligne à courant continu. On empêche ainsi le courant continu de passer dans l'alternateur ou dans le réseau alternatif et de même on empêche le courant alternatif de passer dans la génératrice à courant continu ou dans la partie du réseau alimentée en continu.

La transposition de cette idée pour le transport de deux énergies alternatives est immédiate, et est représentée par la figure 2 qui s'explique sans autre. La séparation des deux formes d'énergie est d'autant plus complète ou plus aisée que les deux fréquences sont plus éloignées l'une de l'autre.

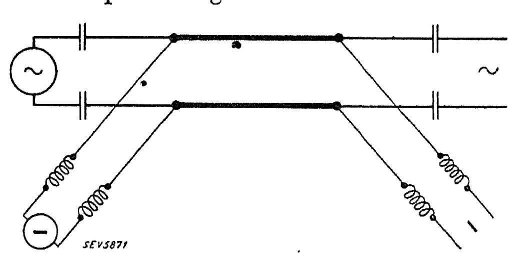


Fig. 1.
Transmission simultanée d'énergie sous forme de courant continu et de courant alternatif par une même ligne.

Si les fréquences sont très différentes, de petites capacités suffisent pour limiter à une fraction infime le courant alternatif industriel qui pourrait passer, tout en n'opposant au courant alternatif à haute fréquence qu'une impédance insignifiante. De même, des bobines de faible réactance suffisent aussi, ne constituant pour l'alternateur industriel qu'une impédance insignifiante, tout en retenant d'une façon efficace le courant alternatif à haute fréquence.

Il semble d'après ce qui précède qu'il devrait être possible d'utiliser sans autre des lignes ainsi équipées pour la transmission téléphonique directe, c'est-à-dire la transmission de courants alternatifs à fréquence acoustique. Toutefois les fréquences nécessaires à la transmission de la parole étant de l'ordre de 300 à 3000 Hz, sont encore trop voisines de la fréquence industrielle de 50 Hz: la séparation des deux formes d'énergie ne serait pas suffisamment nette; en outre l'affaiblissement de l'énergie «téléphonique» serait un obstacle à cette transmission.

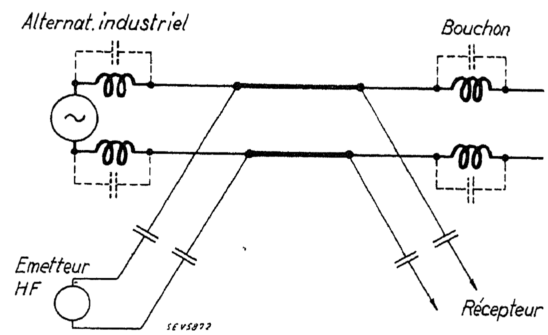


Fig. 2.
Transmission simultanée d'énergie sous forme de courants alternatifs de fréquences différentes.

Il était donc naturel de s'inspirer des moyens utilisés couramment en radiotechnique et d'opérer le transport de l'énergie téléphonique sous la forme d'un courant alternatif à fréquence beaucoup plus élevée, et modulée à fréquence acoustique. Les fréquences utilisées actuellement dans ce but sont de l'ordre de 50 à 300 kHz. Des travaux sont actuellement en cours pour l'étude de fréquences encore plus élevées (jusqu'à 8000 kHz).

On sait que l'envoi dans un circuit électrique d'une onde modulée équivaut à l'envoi simultané de 3 ondes simples:

1° Une onde à fréquence de l'onde modulée; cette onde est dite «onde porteuse».
2° une onde dont la fréquence est celle de l'onde porteuse, diminuée de la fréquence acoustique.
3° Une onde dont la fréquence est celle de l'onde porteuse, augmentée de la fréquence acoustique.

Si donc on module une onde de 100 kHz à la fréquence acoustique de 1 kHz, cela équivaut à envoyer dans le circuit un courant alternatif de 100 kHz, un autre de 99 et un troisième de 101.

Si on envisage la modulation d'une onde porteuse de 100 kHz par des fréquences acoustiques atteignant au maximum 3 kHz, on enverra dans le

circuit des courants alternatifs dont les fréquences sont comprises entre 97 et 103 kHz. Cette marge de fréquence constitue ce que l'on convient d'appeler la *bande de fréquences.*

L'emploi d'une semblable bande de fréquences entraîne immédiatement un certain nombre d'avantages dont les principaux sont:

1° L'emploi d'appareils de couplage entre les générateurs de haute fréquence et la ligne de transport (capacité de couplage) très petits et partant beaucoup plus efficaces pour empêcher le courant industriel de passer dans les appareils à haute fréquence.

2° La possibilité de faire usage d'organes dits «accordés» (combinaison de réactances et de capacités fonctionnant dans le domaine de la résonnance).

3° La possibilité d'assurer une sélectivité satisfaisante entre plusieurs conversations.

D'autre part l'emploi de la haute fréquence se heurte aux difficultés d'amortissement souvent considérables, en d'autres termes à la déperdition d'énergie à haute fréquence le long de la ligne, déperdition due entr'autres aux courants de Foucault et aux déperditions par capacité par rapport à la terre.

Quelques dispositions particulières.

Couplage avec la ligne haute-tension.

Comme les ordres de grandeur des énergies transmises à fréquence industrielle et à fréquence acoustique sont extrêmement différents, il est assez naturel de considérer l'installation de téléphonie comme fournissant à la ligne de transport un petit, très petit appoint d'énergie. Les organes qui séparent l'appareillage téléphonique de la ligne de transport sont donc considérés comme des organes de couplage du téléphone avec la ligne industrielle. Ces organes de couplage ne sont pas autre chose que des condensateurs dont le but est d'empêcher tout courant à fréquence industrielle de passer dans l'appareillage téléphonique, mais par contre de laisser passer le courant téléphonique à haute fréquence dans la ligne de transport.

A cet égard, deux systèmes sont en présence:

1° Le système unifilaire qui consiste à utiliser un des fils de la ligne de transport seulement, et à

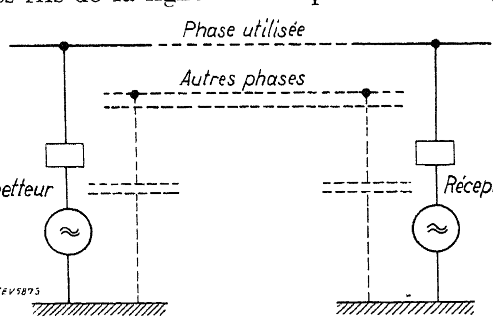


Fig. 3.
Fonctionnement du système unifilaire.

effectuer le retour des courants téléphoniques par la terre.

2° Le système bifilaire qui consiste à utiliser deux fils de la ligne de transport, l'un pour l'aller et l'autre pour le retour.

Ces deux systèmes ont actuellement chacun leurs partisans. Il convient de remarquer cependant que le système unifilaire fonctionne en réalité comme s'il était bifilaire, car la capacité qui existe en fait toujours entre les organes à haute tension et la terre est suffisante pour laisser passer le courant téléphonique à haute fréquence, de sorte que celui-ci par le fait de ces capacités, retourne aux deux autres fils directement après la prise de terre (voir fig. 3).

En faveur du système unifilaire on allègue la plus grande simplicité puisque le nombre de condensateurs de couplage est réduit de moitié; la plus grande sécurité d'exploitation parce que le risque d'interruption de la ligne est plus petit dans le cas d'un fil que dans le cas de deux.

Les défenseurs du système bifilaire font valoir une plus grande netteté dans la transmission, l'absence d'influence de la qualité de la prise de terre, la nécessité de placer quand même des bouchons si l'on veut bénéficier du retour par les autres fils.

Enfin le risque d'interruption du service téléphonique est aussi minime dans le système bifilaire que dans le système unifilaire. On a constaté que si les fils sont brisés, les deux extrémités agissent l'une sur l'autre comme des antennes émettrices et réceptrices, et on a pu s'assurer à plusieurs reprises que le bris d'une ligne n'entravait pas la communication téléphonique.

Bouchons.

Afin d'empêcher l'énergie alternative à haute fréquence de se transmettre dans des tronçons étrangers au service, ou dans des portions de lignes dérivées, on place à l'entrée de celles-ci des réactances souvent complétées par des capacités en parallèle, ces dernières constituant avec les bobines de self des circuits résonnants dont la fréquence propre est égale à celle de l'onde porteuse. On réalise ainsi

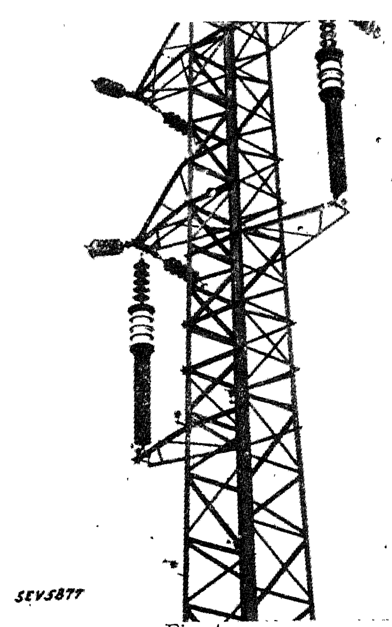


Fig. 4.
Couplage bifilaire sur une ligne de 60 kV.

ce qu'on appelle des *bouchons.* Ces bouchons sont à placer à l'entrée de tout circuit qu'on veut soustraire à la transmission de l'énergie à haute fréquence.

La figure 4 montre un couplage bifilaire sur une ligne à 60 kV et la figure 5 montre un couplage semblable sur une ligne à 150 kV. Le couplage est réalisé par quatre condensateurs en parallèle.

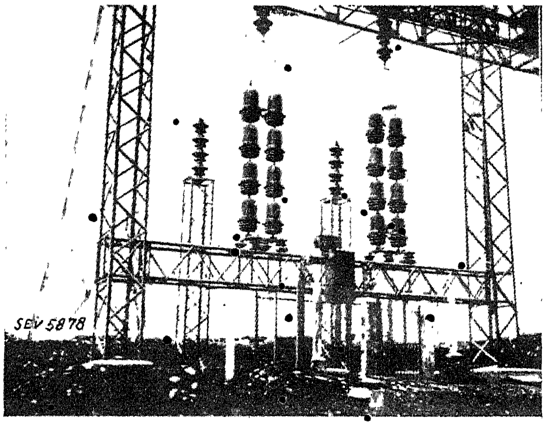


Fig. 5.
Couplage bifilaire sur une ligne de 150 kV.

L'appareillage utilisé pour le couplage et pour les bouchons est évidemment un appareillage important et cher. D'une part les capacités de couplage doivent être établies pour supporter les tensions de service de la ligne, avec les coefficients de sécurité usuels dans la technique industrielle des courants forts. D'autre part les réactances placées en série avec la ligne doivent être dimensionnées de façon à pouvoir supporter non seulement le courant d'exploitation normal de la ligne, mais également les courants de court-circuit. Cela fait de ces bobines de self des engins de dimensions relativement considérables.

Difficultés de la transmission.

L'énergie envoyée par le poste expéditeur sous forme d'alternatif à haute fréquence se perd le long de la ligne dans des proportions quelquefois énormes. Ces pertes sont dues principalement:

1° à l'effet pelliculaire de la ligne qui se traduit par une augmentation considérable de la résistance;

2° à des dérivations le long de la ligne dues à la capacité de celle-ci entre fils ou entre fil et terre. Toutes ces capacités constituent pour le courant à haute fréquence des dérivations qui absorbent «en cours de route» une certaine partie de l'énergie. On a remarqué en particulier que la glace qui se forme sur le conducteur avait un effet considérable sur ces déperditions. La raison en est que la glace ayant un pouvoir inductif spécifique très élevé (constante diélectrique de l'ordre de 80), la présence de glace sur les conducteurs revient à une augmentation énorme de la capacité de ceux-ci entre eux et par rapport à la terre. Les lignes susceptibles de se recouvrir de glace constituent à cet égard une grosse difficulté.

3° L'état de la ligne au point de vue de ses connexions crée également une difficulté: ainsi la présence d'un sectionneur sur une ligne, sectionneur dont l'ouverture arrêterait la transmission téléphonique, nécessite l'emploi de capacités de traversées identiques aux capacités de couplage et disposées par exemple comme le montre la figure 7.

Afin de donner une idée de cette perte d'énergie, mentionnons que la puissance envoyée dans la ligne au départ est de l'ordre de 10 à 20 W sous une tension de 50 V. On peut compter une perte de tension de l'ordre de 2 % par km. Il n'arrive donc à l'extrémité d'une ligne de 100 km que 1/5 environ de la tension initiale ou le 2 % seulement de l'énergie expédiée. On ne peut donc plus parler de rendement. Cette perte considérable de puissance est cependant facile à compenser par les procédés courants d'amplification utilisés dans la radiotechnique, de sorte que le schéma de principe d'une transmission téléphonique, eu égard aux difficultés que nous venons de signaler, s'établit comme le montre la figure 6.

A l'expédition: un générateur de courant alternatif à haute fréquence dont l'onde est modulée par le microphone alimente la ligne de transport. Au poste récepteur un amplificateur amplifie l'énergie reçue par l'apport d'une énergie empruntée à une source locale. Un détecteur élimine la haute fréquence et alimente le téléphone par le courant à fréquence acoustique; des filtres retiennent les courants parasites. L'emploi de l'amplificateur, né-

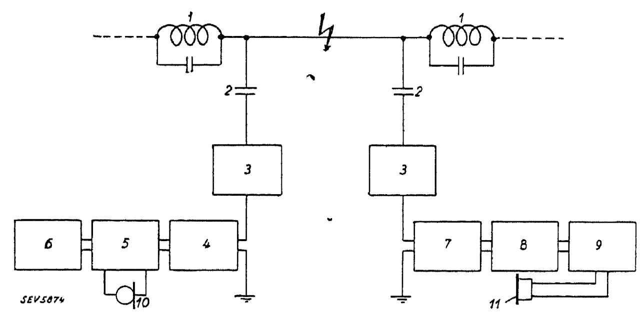


Fig. 6.
Schéma de principe d'une transmission téléphonique.
1 Bouchon. *2* Condensateur de couplage. *3* Protection. *4* Poste émetteur. *5* Modulateur. *6* Générateur HF. *7* Filtre. *8* Amplificateur. *9* Détecteur. *10* Microphone. *11* Téléphone.

cessaire pour compenser l'amortissement de la ligne de transport, fait apparaître une nouvelle difficulté. Comme l'amortissement de la ligne de transport est très variable, l'amplification doit être proportionnée à cet amortissement, sinon la parole serait inintelligible, soit par amplification insuffisante, soit au contraire par amplification exagérée. On sait que dans ce dernier cas le téléphone risque de «siffler» avec une intensité telle que la parole devient absolument inintelligible.

L'adaptation d'une amplification convenable est réalisable actuellement automatiquement. Au mo-

ment où le poste récepteur décroche le téléphone, l'onde porteuse est lancée dans la ligne et provoque à l'arrivée le fonctionnement de relais régulateurs qui ajustent automatiquement l'amplification du récepteur à la valeur nécessaire. Les conditions de netteté sont donc automatiquement remplies.

L'amplification dont il est fait usage pour la téléphonie sur ligne est en général plus importante que celle qu'on utilise dans les postes récepteurs de radiodiffusion. Ceci surtout parce que les parasites sont plus importants. En effet, outre les parasites atmosphériques pour lesquels la ligne constitue un organe capteur excellent, il faut compter avec les parasites dits d'exploitation, c'est-à-dire les ondes vagabondes provoquées par exemple par le fonctionnement d'un interrupteur. Enfin, la ligne constitue également une antenne réceptrice pour les émissions radiophoniques ordinaires, qui pourraient gêner éventuellement la conversation.

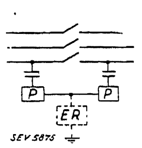


Fig. 7.
Poste-relais.
E R émetteur-récepteur éventuel.

Il peut arriver aussi qu'une conversation doive être transmise au moyen de plusieurs tronçons de lignes, utilisés par ailleurs chacun pour desservir des postes plus rapprochés. Il peut être nécessaire dans ce cas d'opérer la transmission d'un tronçon à l'autre par des ondes porteuses de fréquences différentes. Ce passage se fait par un poste-relais constitué en principe par un récepteur alimentant directement un émetteur à fréquence porteuse différente de la fréquence porteuse reçue. Cette idée est représentée dans la figure 7, par les lettres *E R*: émetteur-récepteur éventuel.

Communications dans les deux sens.

Jusqu'ici nous avons raisonné comme si la ligne n'était équipée que d'un poste émetteur à l'une de ses extrémités et d'un poste récepteur à l'autre. Il est évident que les communications doivent pouvoir se faire dans les deux sens et ici aussi deux principes sont en présence:

Dans le système *bionde,* chaque poste comprend un émetteur et un récepteur. Les fréquences des ondes porteuses de ces deux postes diffèrent l'une de l'autre d'au moins 10 kHz; par les moyens usuels en radiotechnique, il est facile d'opérer la séparation de ces deux ondes. Les deux postes peuvent donc causer et s'entendre sans se gêner.

Dans le système *mono-onde,* l'onde porteuse a la même fréquence pour les deux postes. C'est le poste qui parle qui émet l'onde porteuse. Pour assurer l'automaticité dans la communication, on fait en général usage du courant du microphone lui-même. Dès que l'interlocuteur parle, le courant de son microphone déclanche par des relais appropriés l'émission de l'onde porteuse qui est reçue par le poste récepteur. On objectera qu'il faut un certain temps aux différents relais pour réaliser les connexions nécessaires à cette émission. Un artifice ingénieux représenté par la figure 8 élimine ce défaut.

Le courant microphonique de l'expéditeur, tout en déclanchant les relais nécessaires à l'émission, alimente un enregistreur magnétique du système Poulsen. On sait que cet enregistrement magnétique consiste en un disque ou un ruban d'acier aimanté

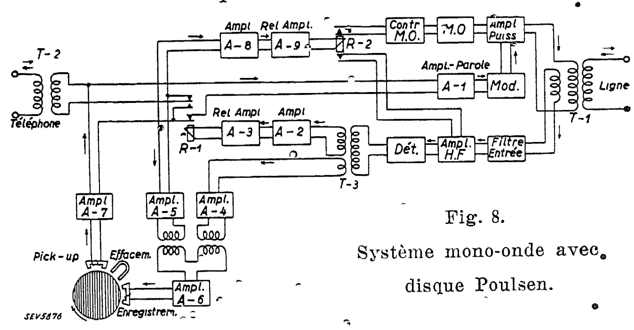


Fig. 8.
Système mono-onde avec disque Poulsen.

par le courant microphonique au moyen d'un minuscule petit électro-aimant. Ces aimantations provoquent à leur tour dans un deuxième électro-aimant des courants induits capables d'actionner la membrane d'un téléphone. Dans le cas particulier, la parole de l'expéditeur est enregistrée par un système semblable et n'est envoyée dans la ligne qu'après un retard réalisé par le temps que met le disque Poulsen à passer de l'électro-aimant enregistreur à l'électro-aimant reproducteur. Un aimant permanent situé à la suite de ce dernier efface l'enregistrement.

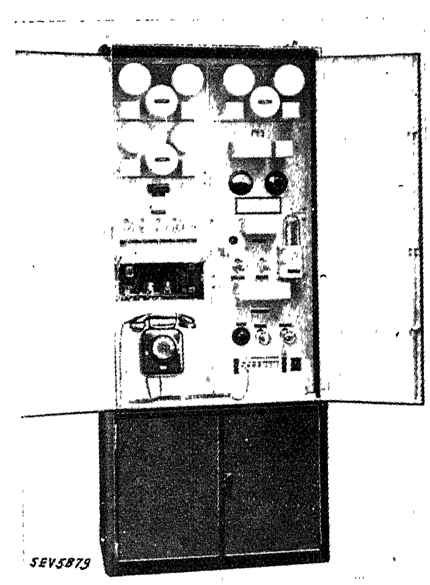


Fig. 9.
Armoire poste.

L'interlocuteur n'entend donc pas directement la voix de l'expéditeur, mais n'en reçoit en quelque sorte que l'écho avec un retard déterminé par la vitesse du disque Poulsen. Ce retard, qui est de l'ordre de $^1/_{400}$ de seconde, suffit pour permettre aux relais de réaliser les opérations de couplage nécessaires.

On peut évidemment imaginer dans cet ordre d'idées quantité de perfectionnements. On peut aussi utiliser le courant microphonique pour provoquer des opérations de couplage avant chaque conversation, par exemple l'allumage de lampes, la réduction des chiffres à inscrire sur le sélecteur pour l'appel, etc. L'appel d'un poste est en général réalisé par l'onde porteuse émise par le poste qui demande la communication. Cette onde porteuse peut être déclanchée dans la ligne par le simple fait de soulever la fourchette du téléphone; elle agit alors sur un organe détecteur quelconque qui provoque à la réception le fonctionnement d'une sonnette, et ainsi de suite.

La figure 9 représente une armoire-poste telle qu'elles sont exécutées actuellement couramment.

Extension de ces principes.

La possibilité d'envoyer sur une ligne de transport à haute tension des courants à haute fréquence a permis de réaliser des relations d'autre nature que les relations téléphoniques. C'est ainsi qu'on utilise les courants à haute fréquence pour la signalisation, la télémesure, la télécommande, le téléréglage, et un jour probablement aussi pour la télévision. La télécommande et le téléréglage consistent à provoquer à distance le déplacement d'organes (résistance de champ p. ex.) modifiant le régime de certaines machines. Il suffit de disposer pour cela de relais et de servomoteurs suffisamment puissants. On aura un exemple de télémesure en imaginant un compteur wattmétrique dont la vitesse de rotation est comme on sait proportionnelle à la puissance mesurée. A chaque tour de l'induit du compteur, un courant à haute fréquence modulé à 400 Hz par exemple est lancé pendant un court instant dans la ligne. La succession plus ou moins rapide de ces impulsions agissant sur un appareil analogue à un galvanomètre balistique provoque une élongation moyenne proportionnelle à la puissance mesurée par le compteur.

Enfin la télévision sera probablement appelée à transmettre directement l'image du cadran d'un appareil de mesure et permettra de voir ainsi à distance ce qui se passe à l'endroit d'émission.

Diskussion.

Der Vorsitzende, Herr Prof. Dr. **F. Tank**, dankte Herrn Professor Juillard bestens für das interessante Referat und leitete über zur Diskussion, in welcher hauptsächlich Betriebsfragen behandelt wurden. Neben dem Vorsitzenden und dem Referenten beteiligten sich daran hauptsächlich die Herren **G. Joyet**, Lausanne, **A. Kleiner**, Zürich, **H. Leuch**, Zürich, **Walter**, Zürich, und **R. A. Schmidt**, Lausanne. Aus allen Aeusserungen ging hervor, dass die leitungsgerichtete Telephonie im Betrieb der Elektrizitätswerke weitgehend verwendet wird und sehr betriebssicher ist.

Die Ermittlung des Schmiegungskreises von Stromverdrängungsmotoren.

Von *Hanskarl Voigt*, Berlin. 621.313.333.4

Ein Verfahren wird angegeben, nach dem für Stromverdrängungsmotoren mit Hoch- oder Doppelstabläufer die zur Ermittlung des Schmiegungskreises erforderliche Gleichstromstreuung aus einem gewöhnlichen Leerlauf- und Kurzschlussversuch gefunden werden kann.

L'auteur indique une méthode qui permet de déterminer, à l'aide d'un essai ordinaire à vide et en court-circuit, la dispersion en courant continu nécessaire pour établir le cercle osculateur de moteurs à effet pelliculaire avec induit à barres hautes ou doubles.

Um für einen Stromverdrängungsmotor den Schmiegungskreis zeichnen zu können, aus dem wie bei einem normalen Asynchron-Motor die Betriebskurven abgelesen werden können, muss der gesamte Streublindwiderstand des Motors ohne Stromverdrängung im Läufer, die Gleichstromstreuung X_{g0}, bekannt sein. Zur Ermittlung von X_{g0} wurde vom Verfasser früher ein «Kurzschlussverfahren» [1]) und ein «Tangentenverfahren» [2]) angegeben. Beide erfordern eine Regelung der Frequenz in mehr oder weniger weiten Grenzen. Den Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass von der zu untersuchenden Maschine keinerlei Herstellungsdaten bekannt sind.

Eine Frequenzregelung beim Kurzschlussversuch wird überflüssig, wenn bestimmte Daten der Maschine bekannt sind; das wird aber, wenn beispielsweise in einem Prüffeld Maschinen eigenen Fabrikates untersucht werden sollen, meist der Fall sein. Und auch bei fremden Maschinen werden sich häufig die Voraussetzungen für den Fortfall der Frequenzregelung erfüllen lassen.

Nachfolgend soll angegeben werden, wie sich die Ermittlung der Gleichstromstreuung bei Motoren mit Hoch- oder Doppelstabläufer ohne Frequenzregelung gestaltet.

I. Der Hochstabläufer.

Es bedeuten:

R_{20} Läuferwiderstand ohne Stromverdrängung; «Gleichstromwiderstand»,

R_{2k} Läuferwiderstand im Kurzschluss bei Nennfrequenz,

R_r Widerstand eines Ringanteiles,

R_{so} und R_{sk} Stabwiderstand im Leerlauf und im Kurzschluss,

X_c frequenzunabhängiger Teil des gesamten Streublindwiderstandes,

$X_{\sigma zo}$ und $X_{\sigma zk}$ frequenzabhängiger Teil des Streublindwiderstandes im Leerlauf und im Kurzschluss,

X_{go} und X_{gk} gesamter Streublindwiderstand im Leerlauf und im Kurzschluss.

[1]) «Indirekte Untersuchung von Stromverdrängungsmotoren», Dissertation Techn. Hochsch., Hannover 1932. Bull. SEV 1934, Nr. 8, S. 202.

[2]) E. u. M., Wien, Bd. 52 (1934), Heft 49.

Alle Werte sind auf die Windungszahl, die Blindwiderstände ausserdem auf die Frequenz des Ständers bezogen.

h Leiterhöhe in cm,
b_s Stabbreite und b_n = Nutbreite,
ϱ spezifischer Widerstand des Leitermaterials in Ω mm²/m,
α eine Konstante.

Beim Hochstabläufer ist zwischen zwei Ausführungen zu unterscheiden:

a) Der Kurzschlussring ist in Eisen gebettet.

Diese Ausführung ist zu empfehlen, um nicht nur den Stabwiderstand, sondern den gesamten Läuferwiderstand der Wirkung der Stromverdrängung zu unterwerfen. Wir können dann den Widerstand eines Ringanteiles als Teil des Stabwiderstandes rechnen und den Ring als widerstandslos annehmen. Es wird also: $R_{so} = R_{2o}$ und $R_{sk} = R_{2k}$. In Fig. 1 ist die bekannte Kurve [3])

$$\frac{R_{sk}}{R_{so}} = \frac{R_{2k}}{R_{2o}} = \varphi\,(\alpha \cdot h) \qquad (1)$$

dargestellt. Mit ihrer Hilfe lässt sich $\alpha \cdot h$ ermitteln, wenn R_{2k} und R_{2o} durch Messung bestimmt sind. In Fig. 2 ist die Kurve aufgetragen:

$$\frac{X_{\sigma zk}}{X_{\sigma zo}} = \lambda\,(\alpha \cdot h) \qquad (2)$$

Ist jetzt die Stabhöhe h bekannt, dann kann man sich die Werte für den Wirk- und Blindwiderstand

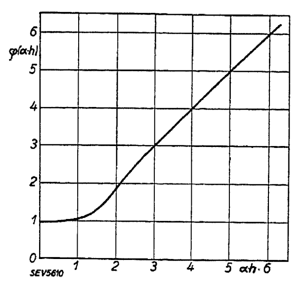


Fig. 1.

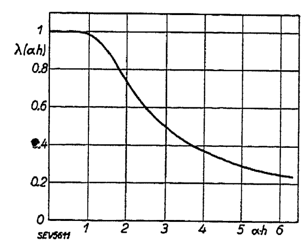


Fig. 2.

eines Stabes bei Gleichstromdurchflutung, also ohne Stromverdrängung, ausrechnen. Man findet für das Verhältnis

$$\frac{X_{\sigma zo}}{R_{so}} = \frac{X_{\sigma zo}}{R_{2o}} = 0{,}01315 \cdot \frac{b_s}{b_n} \cdot \frac{1}{\varrho} \cdot h^2 \qquad (3)$$

Man kann als Mittelwert für Kupfer etwa $\varrho = 0{,}02$ einsetzen. Da die Stäbe unisoliert in die Nuten eingelegt werden, so ist $b_s/b_n \approx 0{,}75 \ldots 0{,}9$. Die gesuchte Gleichstromstreuung ist $X_{go} = X_c + X_{\sigma zo}$. Da entsprechend $X_{gk} = X_c + X_{\sigma zk}$ ist, wird

$$X_{go} = X_{gk} + X_{\sigma zo} - X_{\sigma zk} \qquad (4)$$

Hier Gl. (2) und Gl. (3) eingefügt, ergibt:

$$X_{go} = X_{gk} + 0{,}01315 \cdot \frac{b_s \cdot R_{2o}}{b_n \cdot \varrho} \cdot h^2\,[1 - \lambda(\alpha \cdot h)] \qquad (4a)$$

[3]) E. u. M., Wien, Bd. 26 (1908), S. 703. Arch. Elektrotechn., Bd. 2 (1913), S. 81.

b) Der Kurzschlussring ist nicht in Eisen gebettet.

In diesem Falle ist nur der in den Nuten liegende Stab der Wirkung der Stromverdrängung unterworfen; der Ringwiderstand kann als konstant angenommen werden. Es ist also: $R_{2o} = R_r + R_{so}$ und $R_{2k} = R_r + R_{sk}$. Um auch jetzt zur Ermittlung der Gleichstromstreuung X_{go} eine Regelung der Frequenz beim Kurzschlussversuch zu vermeiden, muss vom Läufer ausser der Stabhöhe bekannt sein: Nutenzahl Z_2, Eisenlänge L, mittlerer Ringdurchmesser D_r und das Verhältnis q_r/q_s von Ringquerschnitt zu Stabquerschnitt. Es lässt sich dann, wenn p die Polpaarzahl bedeutet, leicht ableiten:

$$\frac{R_{so}}{R_r} = 2\,\pi\,p^2\,\frac{1}{Z_2}\,\frac{L}{D_r}\,\frac{q_r}{q_s} \qquad (5)$$

Der Quotient $R_{sk}/R_{so} = \varphi(\alpha \cdot h)$ ist in Fig. 1 dargestellt; durch Messung kann jetzt aber nur

$$\frac{R_{2k}}{R_{2o}} = \frac{R_{sk} + R_r}{R_{so} + R_r}$$

bestimmt werden. Setzt man zur Vereinfachung der Schreibweise

$$R_{so}/R_r = 1/u \qquad (5a)$$

so lässt sich $\varphi(\alpha \cdot h) = \frac{R_{2k}}{R_{2o}}\,(1 + u) - u$ berechnen, womit auch $\lambda(\alpha \cdot h)$ bekannt ist. Aus $R_{2o} = R_{so} + R_r = R_{so}\,(1 + u)$ wird R_{so} gefunden. Damit ergibt sich X_{go} aus Gl. (4a), wenn dort R_{2o} durch R_{so} ersetzt wird.

II. Der Doppelstabläufer.

Hier ist zu unterscheiden zwischen der Ausführung mit zwei getrennten Ringen und einem gemeinsamen Ring, während es ohne Einfluss auf den Rechnungsgang ist, ob der Ring in Eisen gebettet ist oder nicht. Ausser den unter I eingeführten Bezeichnungen ist:

R_{2a} Widerstand des Aussenkäfigs,
R_{2i} Widerstand des Innenkäfigs.

a) Getrennte Ringe.

Der Widerstand eines Ringanteiles wird zum Stab gerechnet und der Ring als widerstandslos angesehen. Um eine Regelung der Frequenz im Kurzschlussversuch zu vermeiden, muss das Verhältnis

$$R_{2a}/R_{2i} = w \qquad (6)$$

bekannt sein. Der durch Messung zu ermittelnde Gleichstromwiderstand ist gegeben durch die Gleichung:

$$R_{2o} = \frac{R_{2a} \cdot R_{2i}}{R_{2a} + R_{2i}}$$

woraus nach Einfügung von Gl. (6) folgt:

$$R_{2o} = R_{2a}/(w + 1) \qquad (7)$$

Aus dieser Gleichung kann R_{2a} berechnet werden, womit auch R_{2i} aus Gl. (6) gefunden wird.

Man setzt zur Vereinfachung der Schreibweise

$$X_{\sigma zo}/(R_{2a} - R_{2o}) = a \tag{8}$$

Vom Verfasser wurden früher die Gleichungen abgeleitet (s. Fussnote 1, S. 773):

$$R_{2k} = \frac{R_{2o} + a^2 R_a}{1 + a^2} \tag{9}$$

und

$$X_{\sigma zk} = \frac{X_{\sigma zo}}{1 + a^2} \tag{10}$$

Aus Gl. (9) folgt

$$a = \sqrt{\frac{R_{sk} - R_{2o}}{R_{2a} - R_{2k}}} \tag{9a}$$

Ist a bekannt, dann kann aus Gl. (8) $X_{\sigma zo}$ und aus Gl. (10) $X_{\sigma zk}$ berechnet werden. Die gesuchte gesamte Gleichstromstreuung X_{go} ergibt sich aus Gl. (4).

b) Gemeinsamer Ring für beide Käfige.

Ausser dem Verhältnis R_{2a}/R_{2i} muss jetzt noch der Quotient

$$R_{2a}/R_r = 1/y \tag{11}$$

(oder auch R_{2i}/R_r) bekannt sein. Der Zahlenwert für y ist entsprechend Gl. (5) zu ermitteln. Sind Aussen- und Innenkäfig aus verschiedenem Material ausgeführt, so ist die rechte Seite der Gl. (5) noch mit dem Verhältnis der spezifischen Widerstände der verwandten Materialien zu erweitern.

Der Gleichstromwiderstand ist

$$R_{2o} = R_r + R_{so} = R_r + \frac{R_{2a} \cdot R_{2i}}{R_{2a} + R_{2i}}$$

und nach Einfügung von Gl. (6) und Gl. (11):

$$R_{2o} = R_{2a}\,[y + 1/(w + 1)]$$

Hieraus ist R_{2a} zu berechnen; dann ist mit y auch R_r bekannt. Ferner kann $R_{so} = R_{2a}/(w + 1)$ und $R_{sk} = R_{2k} - R_r$ ermittelt werden. Analog Gl. (9a) ist jetzt

$$a = \sqrt{\frac{R_{sk} - R_{so}}{R_{2a} - R_{sk}}}$$

Nachdem nun noch $X_{\sigma zo} = a(R_{2a} - R_{so})$ und aus Gl. (10) $X_{\sigma zk}$ berechnet ist, ergibt sich die gesamte Gleichstromstreuung X_{go} wieder aus Gl. (4).

Ist X_{go} bekannt, dann kann der Schmiegungskreis eines Stromverdrängungsmotors gezeichnet werden als Kreis über dem Durchmesser, der durch den Leerlaufpunkt — durch einen gewöhnlichen Leerlaufversuch zu bestimmen — und den ideellen Kurzschlusspunkt geht. Letzterer ist der Endpunkt des Vektors des ideellen Kurzschlußstromes $I_{ki} = U/X_{go}$, wenn U die Nennspannung ist.

Der Regelverbrauchstarif für Haushaltzwecke der Stadt Oxford.

Von *F. Aeberhard*, Langenthal.

621.317.8 : 64(42)

Der Autor betrachtet den Oxforder Regelverbrauchstarif vom schweizerischen Standpunkt aus und zeigt an Hand des Energieverkaufes in Langenthal (Einfach- und Doppeltarif), dass die Einführung eines ähnlichen Tarifes bei uns durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt und voraussichtlich mit Erfolg angewendet werden könnte.

L'auteur considère le tarif dégressif par tranches d'Oxford du point de vue suisse et montre, en se basant sur la vente d'énergie à Langenthal (tarif simple et tarif double), qu'un tarif analogue pourrait être parfaitement introduit chez nous et que son application aurait probablement du succès.

Im Bull. SEV 1936, Nr. 14, S. 398, erschien ein Aufsatz von W. Ohr, London, über die «Tariffrage in England». Der Verfasser hebt speziell die Verhältnisse in der 61 000 Einwohner zählenden Stadt Oxford hervor, in welcher seit der Einführung eines ganz einfachen, gut verständlichen und sehr billigen Regelverbrauch-Haushalttarifs der Elektrizitätsverbrauch ständig stark zunimmt.

Weil ich mich für die neuen englischen Tarifarten interessiere, habe ich die nötigen Unterlagen aus Oxford kommen lassen, um, wenn möglich, eine Vergleichsrechnung mit den Langenthaler Tarifen aufzustellen.

Der Oxforder Tarif ist ein Regelverbrauchstarif, bei welchem, je nach Grösse der Wohnung, vierteljährlich ein festgesetzter Regelverbrauch an kWh (Beleuchtung) zu einem hohen Preis und aller übriger Verbrauch zu einem ganz billigen Preis berechnet wird. Der Regelverbrauch pro Raum steigt mit der Zahl der Räume, weil in England in solchen Sachen allgemein von der Voraussetzung ausgegangen wird, dass der Inhaber einer grössern Wohnung in der Regel auch ein grösseres Einkommen hat und deshalb für die Beleuchtung etwas mehr auslegen kann. Die Tarifart berücksichtigt also in einem gewissen Grade die soziale Stellung und die sogenannte Kaufkraft des Abonnenten.

In den folgenden Zahlenangaben über Preise und Kosten der Elektrizität ist neben den englischen Werten der Preis in Franken zur Goldparität[1] angeführt, unmittelbar in Klammern daneben der Preis in Franken zum heutigen Tageskurs[2]).

Der Aufbau des Tarifes geht aus Tabelle I hervor.

Für die Festsetzung des vierteljährlichen Regelverbrauches zum höhern Preis werden nur die eigentlichen Haupträume und die Küche angerechnet. Nebenräume, z. B. Korridor, Abort, Bad, Keller, Estrich, werden nicht eingerechnet.

Der Tarif gestattet dem Abonnenten, die Elektrizität für jeden beliebigen Zweck, zu jeder Tageszeit, ohne jede Einschränkung zu verwenden und das alles mit einem einzigen Einfachtarifzähler. Das Werk behält sich lediglich die Genehmigung des Anschlusses der grössern Apparate vor; der Abonnent muss hierfür auf einer vorgedruckten Karte eine Anmeldung schreiben. Der Elektrizitätsbezug für Beleuchtung, Kleinapparate, Kochherd, Heisswasserspeicher usw. ohne jede zeitliche Einschränkung und durch einen einzigen Einfachtarif-Zähler bedeutet für den Abonnenten sicher eine ideale Lösung. Auch für das Werk bietet diese Verkaufsart Vorteile; nur muss man einen Weg finden, den bisherigen, oft recht grossen Unterschied zwischen Tages- und Nachtpreis zu mildern. Vielerorts ist ja das «Nachttal» längst ausgefüllt und hat einem «Tagestal» Platz gemacht, z. B. auch in Langenthal, wo die Nachtbelastung ca. 50...55 % grösser ist als die Tagesbelastung.

In Oxford hat kein Heisswasserspeicher eine Sperruhr. Der Speicher wird durch einen Thermostaten gesteuert; der Abonnent muss also nicht den nächsten Tag abwarten, um

[1]) 1 d = 10 Rp.

[2]) 1 d = 8,9 Rp.

Zahl der angerechneten Räume mit vierteljährlichem Regelverbrauch in kWh zu 4¾ d. = 47,5 Rp. (42,5 Rp.).

Tabelle I.

Zahl der Räume kWh-Konsum im	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16–20
1. Quartal	20	30	44	60	84	110	130	150	170	190	210	230	250
2. Quartal	10	15	22	30	42	55	65	75	85	95	105	115	125
3. Quartal	10	15	22	30	42	55	65	75	85	95	105	115	125
4. Quartal	20	30	44	60	84	110	130	150	170	190	210	230	250
im ganzen Jahr	60	90	132	180	252	330	390	450	510	570	630	690	750

Jeder Mehrverbrauch kostet nur noch ½ d = 5 Rp. (4,5 Rp.); wird elektrisch gekocht oder ist ein Heisswasserspeicher installiert, so wird im Sommerhalbjahr der gesamte Mehrverbrauch zu nur ⅓ d = 3,3 Rp. (3 Rp.) berechnet.
Zählermiete: 6./— im Jahr = Fr. 7.25 (Fr. 6.45).

wieder heisses Wasser zu haben. Die Anschlusswerte der Speicher sind etwas höher als bei uns, so dass die Aufheizung in weniger als acht Stunden, der in der Schweiz meistens üblichen Zeit, erfolgt. In der Schweiz sind in der Regel alle Speicher über 50 Liter nur nachts eingeschaltet; es gibt ja auch Orte, wo die Elektrizität tagsüber zur Verfügung steht, dann aber zu einem höhern Preis.

Der Direktor des EW Oxford berichtet, dass sich die Belastung durch die Heisswasserspeicher verteile, so dass nicht eigentliche Spitzen auftreten. Der Speicher, welcher nach Bedarf aufheizen kann, ist im Wettbewerb mit dem nun an vielen Orten grosse Verbreitung findenden «Gasboiler» viel besser gerüstet. Das werde in Oxford als grosser Vorteil empfunden.

Um feststellen zu können, wie sich so ein Tarif für unsere Verhältnisse auswirken würde, habe ich an Hand der in Langenthal bereits vorhandenen Unterlagen für Wohnungsgrössen usw., folgende Vergleichsrechnung angestellt.

501 Einfachtarif (ET)-Lichtabonnemente (inkl. Bügeleisen). Lichtpreis 40 Rp./kWh mit Abstufungen. Es wird keine Zählermiete erhoben.

Einnahmen aus diesen 501 Abonnementen, im Jahr	Fr. 24 795.—
Gesamtkonsum	61 917 kWh
Mittlere Raumzahl pro Abonnent (nur die Haupträume und die Küche mitgerechnet, alle Nebenräume fallen aus)	4,49 Räume
Mittlerer Konsum pro Abonnent	123,8 kWh
Mittlerer Konsum pro Raum	27,6 kWh
Mittlerer Erlös pro Raum	Fr. 11.—

235 Doppeltarif (DT)-Lichtabonnemente (für Licht und Kleinapparate). Es wird eine bescheidene Zählermiete erhoben. Preis 44 und 12 Rp./kWh, mit Abstufungen.

Einnahmen aus 235 DT-Abonnementen, inkl. Zählermiete	Fr. 19 896.—
Gesamtkonsum	71 146 kWh
Mittlere Raumzahl pro Abonnent (wie oben)	6,01 Räume
Mittlerer Konsum pro Abonnent	303 kWh
Mittlerer Konsum pro Raum	50,3 kWh
Mittlerer Erlös pro Raum inkl. Zählermiete	Fr. 14.08

Gesamteinnahmen aus ET und DT zusammen Fr. 44 691.—.

Diese Abonnemente wurden nun nach der Tabelle des Oxforder Tarifs umgerechnet, und zwar mit folgenden Preisen: Grundpreis 45 Rp./kWh, Mehrverbrauch 8 Rp./kWh, Zählermiete Fr. 6.— im Jahr. Das ergab eine Gesamteinnahme von Fr. 43 264.—, d. h. fast gleich viel wie bisher mit dem ET und DT zusammen. Das will natürlich nicht sagen, dass der Oxforder Tarif ohne weiteres angewandt werden könnte; aber das Ergebnis zeigt, dass der ET und DT für Licht und Kleinapparate durch einen einzigen, zweckmässigen Regelverbrauchstarif ersetzt werden könnte, mit welchem auch das Kochen ohne besondern Zähler möglich ist. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass ein solcher Tarif die Abonenten zum Mehrverbrauch anregt, denn der Mehrkonsum kostet ja so wenig. Die für meine Vergleichsrechnung angenommenen Preise von 45 und 8 Rp./kWh passen für Beleuchtung, Kleinapparate, Heizung und Kochherde usw., nicht aber für Heisswasserspeicher. Muss der Speicher auch eingeschlossen werden, so muss der Staffel zu 8 Rp. noch eine weitere, billigere beigefügt werden. (In Langenthal sind die Heisswasserspeicher zur Zufriedenheit von Werk und Abonnent pauschal angeschlossen, so dass wir mit den zwei Stufen von 45 und 8 Rp. auskommen konnten.) In Oxford ist das nicht nötig, denn dort ist der Mehrverbrauch mit ½ d, bzw. ⅓ d so billig, dass die Heisswasserbereitung auch eingeschlossen werden kann.

Die Tatsache, dass in den Vereinigten Staaten von Nordamerika weitaus die Mehrzahl der Abonnenten mit solchen Tarifen versorgt wird und dass auch in England der Regelverbrauchstarif fast allgemein eingeführt wird, zeigt, wie wichtig diese Tarifform ist und dass sich, wenn man auch für schweizerische Verhältnisse nicht einfach kopieren kann, doch lehrreiche Schlüsse ziehen lassen.

Für *Geschäftshäuser* hat Oxford folgenden Tarif: eine Grundtaxe von £ 12.— = Fr. 288.— (256.—) pro kW angeschlossene Lichtbelastung, plus alle kWh zu ½ d = 5 Rp. (4,5 Rp.), plus Zählermiete (also hier einen Grundgebührentarif).

In Oxford werden, wie das in England fast allgemein üblich ist, von den Abonnenten die grössern Apparate nicht gekauft, sondern nur gemietet. Wie billig das EW Oxford vermietet, zeigen folgende Beispiele:

1. *Kochherde:* 2-Platten-Herd, emailliert, mit grossem Backofen, im Quartal 7/— = Fr. 8.40 (Fr. 7.50); 3-Platten-Herd, wie oben, im Quartal 8/— = Fr. 9.60 (Fr. 8.55). Dazu übernimmt das Werk den Unterhalt, verlegt gratis bis 12 m Installationsleitung und gibt drei Kochgeschirre.
2. *Heisswasserspeicher:*
   54 Liter, pro Quartal 5/6 = Fr. 6.70 (Fr. 5.90)
   91 » » » 10/6 = » 12.60 (» 11.20)
   130 » » » 15/— = » 18.— (» 16.05)
   Dazu übernimmt das Werk: Unterhalt, bis 12 m elektrische Installationsleitung, angemessene Wasserinstallation. Kochherde und Heisswasserspeicher werden nur vermietet; sie gehen also nicht in das Eigentum des Abonnenten über.
3. *Kühlschränke:* Ein Kühlschrank mit Kompressor, ca. 92 Liter Inhalt, kostet in der Woche 2/6 Miete = Fr. 3.— (Fr. 2.70), Energieverbrauch 3 d pro Woche = 30 Rp. (26,7 Rp.), d. h. sehr billig, weil eben der Mehrverbrauch nur ½ resp. ⅓ d kostet.
   Nach fünf Jahren geht der Schrank in den Besitz des Abonnenten über. Das Werk gibt fünf Jahre Unterhalt und Garantie.

Das EW Oxford berichtet, dass sich das Mietsystem bewähre und Verluste und Schaden nur ganz unbedeutend seien. Das Mietsystem hätte für das Werk keine Nachteile; es helfe aber enorm mit, die Anwendung der Elektrizität zu fördern. Zu einem solchen System gäben aber schweizerische Behörden die Einwilligung kaum, denn wir haben hier andere Gebräuche. In England ist die mietweise Abgabe von allerlei Apparaten in allen Branchen schon seit sehr langer Zeit üblich.

Transformatoren mit magnetischen Nebenschlüssen.

Von *E. Wirz*, Neuenstadt.

Bull. SEV 1936, Nr. 4, S. 98.

Berichtigung.

Ich wurde freundlich auf einige Fehler in diesem Artikel, erschienen im Bull. SEV 1936, Nr. 4, aufmerksam gemacht, die hiermit berichtigt seien.

Für den Leerlaufzustand ergeben sich zunächst folgende Berichtigungen. Bei der Auswertung der magnetischen Widerstände im Streu- und Sekundärkreis wurde anstatt des reziproken Wertes des magnetischen Widerstandes der direkte Wert eingesetzt, so dass diese Beziehungen richtig heissen müssen [Gl. (16), Seite 102]:

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{\omega_{so}} &= \frac{\Phi_{so}}{Iw_{so}}\cdot 0{,}8 = \frac{\Phi_{so}\cdot 0{,}8}{\sqrt{2}\cdot E'_{so}\cdot Y_{so}\cdot w_1} = \frac{0{,}8\cdot 10^8}{\sqrt{2}\cdot 4{,}44\cdot 50\cdot w_1^2\cdot Y_{so}}\\ \frac{1}{\omega_{20}} &= \frac{\Phi_{20}}{Iw_{20}}\cdot 0{,}8 = \frac{\Phi_{20}\cdot 0{,}8}{\sqrt{2}\cdot E'_{20}\cdot Y_{20}\cdot w_1} = \frac{0{,}8\cdot 10^8}{\sqrt{2}\cdot 4{,}44\cdot 50\cdot w_1^2\cdot Y_{20}}\end{aligned}\right\} \qquad (16')$$

Durch diese Richtigstellung vertauschen sich auch die Indizes der Admittanzen vom Streukreis und Sekundärkreis im Gesetz für die Verhältnisse der Kraftflüsse, der EMKe und der magnetischen Widerstände wie folgt:

$$\frac{\Phi_{so}}{\Phi_{20}} = \frac{E'_{so}}{E'_{20}} = \frac{\omega_{20}}{\omega_{so}} = \frac{Y_{20}}{Y_{so}} \qquad (17')$$

d. h. das Verhältnis der Teilkraftflüsse und der Teil-EMKe sind auch umgekehrt proportional den magnetischen Widerständen und den Teiladmittanzen.

d. h. die Teilerregerströme vom Sekundär- und Streukreis bei Leerlauf müssen einander stets gleich sein.

Bei der Auswertung der Verhältnisse der Teilkraftflüsse und der Teil-EMKe vertauschen sich ebenfalls die Indizes der Teiladmittanzen, so dass sich folgende Beziehungen ergeben.

Für die Bestimmungsgleichung der EMKe wird

$$\begin{aligned}E_1 &= E'_{120} = E'_{20} + E'_{so}\\ &= E'_{20} + E'_{20}\cdot\frac{\mathfrak{Y}_{20}}{\mathfrak{Y}_{so}} = E'_{20}\cdot\frac{\mathfrak{Y}_{so}+\mathfrak{Y}_{20}}{\mathfrak{Y}_{so}}\end{aligned} \qquad (19')$$

Für die Auswertung des Uebersetzungsverhältnisses ergeben sich daher die Beziehungen

$$\begin{aligned}\frac{\Phi_{so}}{\Phi_{20}} &= \frac{\mathfrak{E}'_{so}}{\mathfrak{E}'_{20}} = \frac{g_{20}-j\cdot b_{20}}{g_{so}-j\cdot b_{so}} =\\ &\frac{g_{so}\cdot g_{20}+b_{so}\cdot b_{20}-j\,(b_{so}\cdot g_{20}-b_{20}\cdot g_{so})}{Y_{so}^2} =\\ \mathfrak{E}_{so} &= C_{so}\cdot e^{-j\psi_{so}}\end{aligned} \qquad (20')$$

Für die einzelnen Komponenten wird

$$\left.\begin{aligned}C_{so\,\alpha} &= \frac{g_{so}\cdot g_{20}+b_{so}\cdot b_{20}}{Y_{so}^2}\\ C_{so\,\beta} &= \frac{b_{so}\cdot g_{20}-b_{20}\cdot g_{so}}{Y_{so}^2}\\ \operatorname{tg}\psi_{so} &= \frac{b_{so}\cdot g_{20}-b_{20}\cdot g_{so}}{g_{so}\cdot g_{20}+b_{so}\cdot b_{20}}\\ C_{so} &= \sqrt{C_{so\,\alpha}^2+C_{so\,\beta}^2}\end{aligned}\right\} \qquad (21')$$

Für das Verhältnis vom Hauptkraftfluss zum Sekundärkraftfluss erhält man

$$\begin{aligned}\frac{\Phi_1}{\Phi_{20}} = \frac{E'_1}{E'_{20}} = \frac{g_{so}+g_{20}-j\,(b_{so}+b_{20})}{g_{so}-j\cdot b_{so}} &= \frac{(g_{so}+g_{20})\,g_{so}+(b_{so}+b_{20})\,b_{so}-j\cdot[(b_{so}+b_{20})\,g_{so}-(g_{so}+g_{20})\,b_{so}]}{Y_{so}^2}\\ &= \mathfrak{E}_{so} = C_{so}\cdot e^{-j\psi_{so}}\end{aligned} \qquad (22')$$

Durch diese Vertauschung der Indizes der Teiladmittanzen muss dann auch gelten

$$E'_{so}\cdot Y_{so} = E'_{20}\cdot Y_{20}$$

so dass schliesslich auch für die Durchflutung beider Teilkreise gelten muss

$$I\,w_{so} = I\,w_{20}$$

Aus diesem Grunde muss deshalb auch das Verhältnis der Teilströme gleich der Einheit sein, oder

$$\frac{\mathfrak{J}_{20}}{\mathfrak{J}_{so}} = 1 \qquad (18')$$

Und schliesslich sind die Komponenten richtiggestellt:

$$\left.\begin{aligned}C_{20\,\alpha} &= 1+\frac{g_{so}\cdot g_{20}+b_{so}\cdot b_{20}}{Y_{so}^2} = 1+C_{so\,\alpha}\\ C_{20\,\beta} &= \frac{b_{so}\cdot g_{20}-b_{20}\cdot g_{so}}{Y_{so}^2} = C_{so\,\beta}\\ \operatorname{tg}\psi_{20} &= \frac{b_{so}\cdot g_{20}-b_{20}\cdot g_{so}}{Y_{so}^2+g_{so}\cdot g_{20}+b_{so}\cdot b_{20}}\\ C_{20} &= \sqrt{C_{so\,\alpha}^2+C_{20\,\beta}^2}\end{aligned}\right\} \qquad (23')$$

Dr. *E. Wirz*, Neuenstadt.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Vorträge von der Hochfrequenztagung des SEV

vom 9. Mai 1936

siehe Seiten 764 und 769.

Sitzung des Comité d'Etudes No. 12, Radiocommunications, der CEI, vom 26. bis 28. Oktober 1936 in Berlin.

Vom 26. bis 28. Oktober d. J. fand in Berlin eine Sitzung des Comité d'études No. 12 der CEI statt, in welcher ein neuer Entwurf für Sicherheitsvorschriften für Rundfunkgeräte zur Beratung stand und in welcher das CES durch die Herren Dr. M. Dick (MP des SEV) und W. Strohschneider (A. Dewald & Sohn, Zürich) vertreten war. Der diskutierte Entwurf stimmt inhaltlich ziemlich genau mit den von der Installationsfragenkommission (IFK) in ca. fünfjähriger Tätigkeit ausgearbeiteten und vielberatenen «Anforderungen an Rundfunk- und Verstärkergeräte, die mit Starkstromanlagen in Verbindung stehen» überein. Indessen wurden die Bestimmungen etwas anders gruppiert, was sich auf die Uebersichtlichkeit der recht umfangreichen Vorschriften vorteilhaft auswirkte.

Der Umstand, dass Vertretungen verschiedener Länder hinzukamen, die bei den Beratungen in der IFK nicht mitgewirkt hatten, bewirkte, dass viele Bestimmungen, die von der IFK schon definitiv festgesetzt worden waren, abgeändert wurden oder zum mindesten zu langen Diskussionen Anlass gaben. So bildete die Frage, wie weit separate, nachgeschaltete Geräte (Lautsprecher, Kopfhörer, Tonabnehmer, Mikrophone usw.) als Starkstromgeräte angesehen und geprüft werden müssen, bzw. an welchen Klemmen für nachgeschaltete Geräte elektrisierungsgefährliche Spannungen und Ströme zugelassen werden können, ein Hauptproblem der Verhandlungen. Der gefasste Beschluss weicht gegenüber den früheren Anforderungen insofern ab, als jetzt sämtliche nachgeschalteten Geräte als Starkstromapparate behandelt werden sollen, während bei den Anschlussklemmen nach wie vor nur die Klemmen für Wiedergabegeräte (Lautsprecher und Kopfhörer) höhere Spannungen führen dürfen und die Spannung an den Klemmen für Aufnahmegeräte (Tonabnehmer und Mikrophone) maximal 24 V betragen darf. Die Frage des berührungsgefährlichen Stromes löste eine längere Diskussion um die Werte 0,5 und 1 mA aus, doch konnte mangels genügender Erfahrung schlussendlich doch kein definitiver Beschluss gefasst werden. Indessen brauchen Axen von isolierenden Bedienungsknöpfen in Zukunft nicht mehr isoliert zu werden, wenn die Knöpfe gewisse ziemlich scharfe mechanische Prüfungen aushalten. Das Grundprinzip, auf das sich das ganze Prüfungssystem aufbaut und das in der Definition eines normalen Betriebszustandes und eines Störungsfalles seinen Ausdruck findet, konnte mangels Zeit am Schluss der Sitzung nur kurz gestreift werden. Es wurde nochmals zum Studium an die Nationalkomiteen gewiesen.

In der weiteren Verfolgung der Angelegenheit wird das Redaktionskomitee auf Grund der Beratungen einen neuen Entwurf ausarbeiten, der von den Nationalkomiteen nochmals geprüft werden soll und der dann in einer weiteren Sitzung im Laufe des nächsten Jahres in London neuerdings beraten werden soll. *Dk.*

Ueber Stützisolatoren, die den Radioempfang nicht stören.

621.315.623 : 621.396.82

Starkstromleitungen, schon solche für mittlere Spannungen, die mit gewöhnlichen Isolatoren mit Stützbolzen ausgerüstet sind, können unter normalen Betriebsbedingungen Störungen im Radioempfang verursachen, wodurch im Empfänger ein störendes Knistern auftritt. Im Hinblick darauf, dass in den Vereinigten Staaten über 13 000 000 Radioempfänger vorhanden sind, ist die Frage der Störfreiheit von Kraftübertragungsleitungen von grosser Wichtigkeit. Es sind daher seit einigen Jahren seitens der Isolatorenfabrikanten Bestrebungen im Gang, störungsfreie Isolatoren zu schaffen. Von einem derartigen Isolator muss verlangt werden, dass die Störeinsatzspannung (Korona-Spannung) über der Betriebsspannung liegt. Im übrigen muss der Isolator sämtliche Eigenschaften der normalen Isolatoren aufweisen. Vor allem darf er nicht viel teurer sein als die üblichen Isolatoren und muss die gleichen Befestigungsvorrichtungen sowohl für den Leiter als auch für den Isolator selbst aufweisen, so dass er ohne weiteres an Stelle eines normalen Isolators gesetzt werden kann.

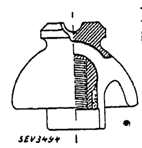
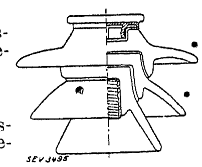


Fig. 1 (links).
Isolator mit theoretisch ausgeglichenen elektrischen Beanspruchungen.

Fig. 2 (rechts).
Isolator mit praktisch ausgeglichenen elektrischen Beanspruchungen.



An einer Anzahl Isolatoren, die von amerikanischen Firmen als «störungsfreie Isolatoren» in den letzten Jahren auf den Markt gebracht worden sind, wurden vergleichende Versuche aufgeführt. Dazu wurde ein «Radiola»-Empfänger, Modell 28, verwendet. Die Rahmen-Antenne wurde vollständig von einem Aluminiumgehäuse umschlossen, um äussere Einflüsse weitgehend zu eliminieren. Eine Drahtwindung, ebenfalls in diesem Gehäuse isoliert davon angebracht, war mit dem Bolzen des zu untersuchenden Isolators verbunden und ermöglichte die Uebertragung der Störungen. Ein Messinstrument für die Hörempfindlichkeit der General Radio Corporation in den Leistungskreis des Empfängers geschaltet, gestattete, die Hörbarkeit festzustellen. Das Messinstrument, das mit verschiedenen Shuntwiderständen ausgerüstet ist, ergibt eine für den Apparat konstante Belastung. Die Messungen wurden in der Art ausgeführt, dass die Spannung am Prüfisolator so lange gesteigert wurde, bis im Kopfhörer ein deutlich wahrnehmbares Geräusch auftrat, dann allmählich gesenkt, bis der Ton

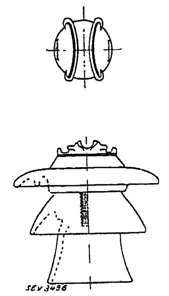


Fig. 3.

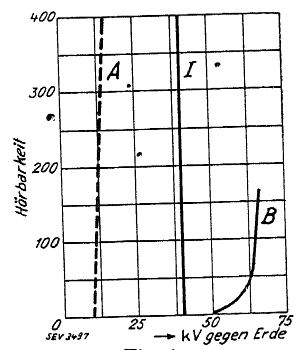


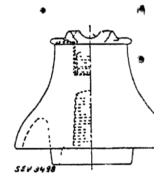
Fig. 4.

Radiostörungsfreier Isolator für 66 kV (Kurve *B*) im Vergleich mit einem gewöhnlichen Isolator (Kurve *A*).
I Betriebsspannung.

verschwand. Die entsprechende Spannung wird als Radio-Störeinsatzspannung oder Störpunkt bezeichnet. In analoger Weise wurden dann die Hörempfindlichkeitswerte festgestellt, indem die Spannung am Prüfobjekt langsam gesteigert wurde und das Geräusch im Hörer durch Verändern der Shuntwiderstände des Hörempfindlichkeitsinstrumentes zum Verschwinden gebracht wurde. Die Angaben des Instrumentes waren dann ein Mass für die Hörempfindlichkeit. Diese ist also nicht in Normaleinheiten angegeben, sondern stellt einen willkürlichen, für alle Versuche aber gleichen Geräuschwert dar [1]).

[1]) Vgl. hierzu das neuere Mess-System nach Bull. SEV 1935, S. 192, das die Störeigenschaften der Isolatoren in Absolutwerten anzugeben gestattet.

Die Konstruktion eines störungsfreien Isolators sollte sich an den Verlauf der Aequipotentialflächen zwischen Linienleiter und Befestigungsbolzen anlehnen. Fig. 1 zeigt einen solchen Entwurf. Es ergab sich, dass die sphärische Anordnung beim Stützbolzen nicht absolut nötig war. Bei den spätern Ausführungen der betreffenden Firma hat man darauf verzichtet. Auch aus mechanischen und herstellungstechnischen Gründen musste von der theoretisch richtigen Konstruktion etwas abgewichen werden. Fig. 2 und 3 zeigen die



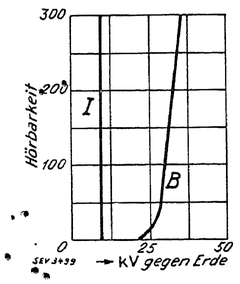
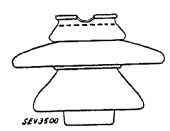


Fig. 5 (oben) und Fig. 6 (rechts).
Konstruktion und Prüfresultat eines 20-kV-störungsfreien Isolators.

Lösungen, die für mehrteilige Isolatoren unter möglichster Anlehnung an die theoretisch geforderte Form gefunden wurden. Die in Fig. 4 gegebenen Kurven zeigen die erhaltenen Prüfresultate. Als Vergleich ist die Hörempfindlichkeitskurve eines normalen Isolators eingetragen. Es zeigt sich, dass beim neuen Isolator der Störpunkt über der Betriebsspannung liegt. Es ergibt sich ein Sicherheitsfaktor von 1,2. Fig. 5 und 6 zeigen die Konstruktion und die Prüfresultate eines störungsfreien Isolators für 20 kV. Eine andere Gesellschaft versieht die Isolatoren mit einem Metallkopf besonderer Konstruktion. Er entspricht ungefähr der Kappe



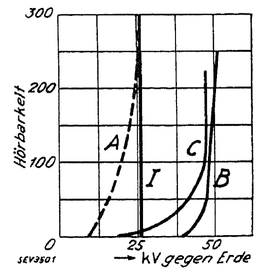


Fig. 7 (oben). Fig. 8 (rechts).
Konstruktion und Prüfresultat (Kurve *C*) eines 45-kV-störungsfreien Isolators mit Metallkappe, im Vergleich mit Isolator nach Fig. 2 (Kurve *B*) und einem gewöhnlichen Isolator (Kurve *A*).

eines Stützisolators für Sammelschienen, erhält aber die Rillen für den Leitungsdraht und die Befestigungsdrähte. In Fig. 7 ist ein Ausführungsbeispiel für einen 45 kV-Isolator angegeben. Fig. 8 enthält die zugehörigen Prüfresultate. Dabei sind noch die Ergebnisse der Prüfung mit dem Isolator nach Fig. 2 eingetragen. Eine andere Fabrik verwendet an Stelle der massiven Metallkappe eine solche mit Speichen. Die Räume zwischen den Speichen und Porzellan werden mit einer Teerkompoundmasse ausgefüllt. Es wurde auch versucht, eine ganz neue Konstruktion zu schaffen. Unter dem Namen «Nichtstatischer» Isolator wurde ein Rippenisolator entwickelt, der mit seiner ganzen Grundfläche auf dem Befestigungsarm aufliegt. Fig. 9 zeigt diese Form. Aus Fig. 10 ist ersichtlich, dass der Isolator auch bei Spannungen, die kleiner als die Betriebsspannungen sind, Geräusche verursacht. Wieder andere Fabrikanten entwickelten einen Pyrex-Isolator, dessen Innenflächen am Kopf und Bolzenloch mit einer leitenden Schicht versehen wurden. Von Interesse sind die vergleichenden Messungen an Stützisolatoren und Hängeisolatoren. Aus der Gegenüberstellung Fig. 11 ist ersichtlich, dass die Hängeisolatoren in bezug auf die Radiostörungen bessere Resultate ergeben.

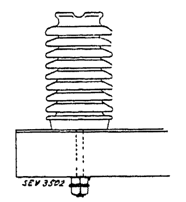


Fig. 9.

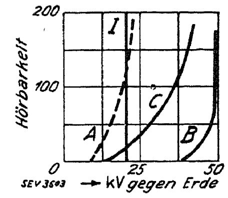


Fig. 10.

45-kV-«nicht-statischer» Nebelisolator (Kurve *C*) im Vergleich mit Isolator nach Fig. 2 (Kurve *B*) und einem gewöhnlichen Isolator (Kurve *A*).

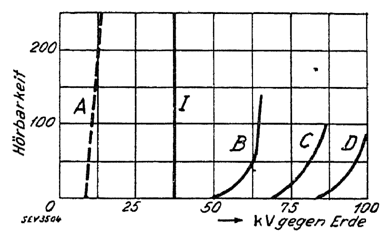
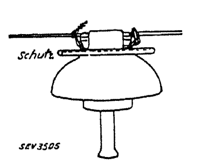


Fig. 11.
Vergleichskurven:
A Gewöhnlicher Stützisolator.
B Neuer Typ nach Fig. 2.
C 5gliedriger Hängeisolator.
D 5gliedriger Hängeisolator mit Schutzring.
I Betriebsspannung (38 kV gegen Erde, entsprechend 66 kV verkettete Spannung)

Selbstverständlich fehlte es nicht an Versuchen, durch Aenderungen an bestehenden Isolatoren bessere Verhältnisse zu erreichen. Gute Wirkung ergeben Schutzschirme und Schutzringe. Fig. 12 und 13 zeigen solche Lösungen. Diese Schirme können in einfacher Weise am Leiter selbst befestigt werden. Für die Schutzringe gibt es für jeden Isolatortyp eine bestimmte Grösse, bei der die Wirkung die beste ist. Zu kleine Ringe haben keinen Einfluss, bei grossen ist die



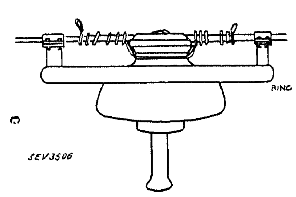


Fig. 12. Schutzschirm
Fig. 13. Schutzring
für bestehende Isolatoren.

Kapazität zu gross. Mit metallischen Farbanstrichen lassen sich vorübergehend Erfolge erzielen. Auch die Anwendung von Kupfergeflechten um die Verbindungsdraht-Rille herum bewirkt eine Besserung, doch steht der Erfolg nicht im Einklang mit dem Aufwand für solche Aenderungen. Im Mittelwesten wurden auf einer Leitung 100 störungssichere Isolatoren in Betrieb gesetzt und es liess sich tatsächlich eine Verbesserung im Radioempfang feststellen. — (H. H. Brown, «New Pin Insulators free from Radio Interference», Electr. Eng. Sept. 1933, S. 608.) *Wz.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Une affaire d'expropriation jugée par le Tribunal fédéral.

351.712.5 : 621.311(494)

Pour la construction d'une ligne électrique à 13 kV de Rolle à Nyon la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, à Lausanne, a traité à l'amiable avec environ 150 propriétaires sur les bases de fr. 10.— à fr. 20.— par poteau ou contrefiche.

L'autorisation de passage est accordée à titre permanent sous la réserve de déplacement de la ligne en cas de construction.

Toutefois, deux propriétaires domiciliés à Prangins, près de Nyon, M. *A. G.* et Mme *D. S.*, n'ont pas accepté les offres amiables de la Compagnie Joux-Orbe. Cette dernière a demandé et obtenu le droit d'expropriation.

Propriété A. G.

La ligne électrique passe à environ 20 mètres de la ferme et traverse le verger sur une longueur de 156 mètres. 3 poteaux sont posés dans ce verger et 2 autres à la limite, mais sur le fonds voisin. Le fil inférieur est à environ 10 mètres de hauteur pour ne pas gêner les arbres fruitiers. Un seul cerisier a dû être abattu.

Prétentions du propriétaire M. A. G.	fr. 1500.—
pour toutes choses, sous réserve de déplacement de la ligne en cas de construction.	

Propositions de la Cie Joux-Orbe.

Indemnité pour 3 poteaux à fr. 20.—	fr. 60.—
Indemnité pour l'abatage d'un cerisier	» 80.—
Total	fr. 140.—

Offre arrondie à fr. 200.—.

Décision de la Commission fédérale d'estimation.

Indemnité pour 3 poteaux à fr. 50.—	fr. 150.—
» pour l'abatage d'un cerisier	» 100.—
» générale de dépréciation	» 300.—
» pour gêne aux arbres fruitiers . . .	» 280.80
Total	fr. 830.80

Recours de la Cie Joux-Orbe et recours-joint des propriétaires.

Le Tribunal fédéral, dans son jugement du 29 octobre 1936, a accordé:

Indemnité pour 3 poteaux à fr. 20.—	fr. 60.—
» pour l'abatage d'un cerisier	» 100.—
» générale de dépréciation	» 150.—
Total	fr. 310.—

Les dépens sont compensés.

Propriété D. S.

La ligne électrique passe à environ 30 mètres de la ferme et traverse 4 biens-fonds en nature de champ, pré, bois et vigne, sur une longueur totale de 445 mètres. 5 poteaux sont posés dans des champs, 4 poteaux sont dans un pré, 1 dans un bois et 2 autres dans une vigne. Le fil inférieur est à une hauteur variant entre 7,50 mètres et 10 mètres. Une tranchée de 10 m de largeur doit être maintenue dans le bois-taillis.

Prétentions de la propriétaire Mme D. S.

pour toutes choses, avec réserves légales . . .	fr. 2500.—

Propositions de la Cie Joux-Orbe.

Indemnité pour 9 poteaux à fr. 20.—	fr. 180.—
» » 2 poteaux à fr. 10.—	» 20.—
» » coupes de bois et 1 poteau .	» 65.—
Total	fr. 265.—

Offre arrondie à fr. 300.—.

Décision de la Commission fédérale d'estimation.

Indemnité pour 10 poteaux à fr. 50.—	fr. 500.—
» » 1 poteau à fr. 25.—	» 25.—
» » coupes de bois et 1 poteau . .	» 65.—
Total	fr. 590.—

Recours de la Cie Joux-Orbe et recours-joint de la propriétaire.

Le Tribunal fédéral, dans son jugement du 29 octobre 1936, a accordé:

Indemnité pour 10 poteaux à fr. 20.— . . .	fr. 200.—
» » 1 poteau à fr. 10.— . . .	» 10.—
» » 1 poteau et coupes de bois .	» 65.—
» générale de dépréciation	» 100.—
Total	fr. 375.—

Les dépens sont compensés.

L'installateur électricien non autorisé à faire des installations électriques.

34 : 696.6(494)

Vu les pièces du dossier d'où ressortent les faits suivants:

A. En automne 1935, l'hoirie R. a fait effectuer des travaux d'installation électrique dans un immeuble qu'elle possède à Rolle. Ces travaux ont été confiés à un électricien C. à Morges. Par lettre des 10 et 14 octobre 1935, la Compagnie des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe a avisé l'hoirie R. que C. n'était pas autorisé à faire des installations électriques intérieures sur son réseau et que le raccordement de l'immeuble à ce réseau était en conséquence refusé, si les travaux en question étaient effectués par cet électricien. L'hoirie R. refusa de tenir compte de cet avertissement et elle maintint l'adjudication de ses travauxx à C., qui les exécuta. L'installation fut reconnue conforme aux prescriptions de l'Association Suisse des Electriciens.

L'hoirie R. ayant demandé à la Compagnie de lui procurer l'énergie électrique pour son immeuble, cette entreprise a refusé, malgré l'approbation donnée à ces travaux par le contrôle cantonal compétent.

B. Par exploit du 15 janvier 1936, l'hoirie R. a engagé, devant le Président du Tribunal civil de Lausanne, une procédure de mesures provisionnelles. Par jugement du 31 janvier 1936, ce magistrat s'est déclaré incompétent, *ratione materiae,* jugement qui fut confirmé par un arrêt de la Chambre des recours du Tribunal cantonal vaudois, en date du 11 mars 1936.

C. Les hoirs R. se sont alors adressés au Conseil d'Etat Vaudois, en lui demandant d'obliger la Compagnie des Forces de Joux à lui fournir l'énergie électrique. Sans reconnaître expressément sa compétence, le Conseil d'Etat, dans un but d'opportunité a déclaré le recours recevable; au fond, il a rejeté la requête et a adopté le point de vue de la Compagnie. Les motifs de cette décision sont en résumé les suivants:

Au sujet de la compétence: La justice civile a refusé de se saisir du litige et aucune des parties ne s'est opposée à ce qu'il fût porté devant le Conseil d'Etat. Celui-ci déclare donc la requête recevable, pour éviter un conflit de compétence négatif.

Quant au fond, le Conseil d'Etat applique l'art. 12 de la concession accordée par la commune de Rolle à la Société des forces motrices de Joux, le 15 avril 1903, l'art. 19 du décret du 22 mai 1901 concernant la régularisation des lacs de la Vallée et la constitution de la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, et les art. 1 et 2 des règlements et tarifs du 17 juin 1929, pour la fourniture de l'énergie électrique aux particuliers dans le réseau de la compagnie, règlement approuvé le 7 août 1929. Plus spécialement, l'art. 1 de l'arrêté du 13 janvier 1928 concernant la surveillance des installations électriques intérieures et l'art. 2 al. 1 du règlement du 17 juin 1929 prévoient expressément que la compagnie se réserve le droit exclusif de faire exécuter les installations intérieures par ses propres employés ou par des appareilleurs qualifiés concessionnés par elle. Le Conceil d'Etat constate qu'en faisant exécuter les travaux d'installation électrique de leur immeuble, les requérants ne se sont pas certainement conformés aux engagements pris par eux dans leur demande d'abonnement; dans ces conditions, la Compagnie était en droit de leur refuser l'énergie électrique.

D. Par acte déposé en temps utile, l'hoirie R. a formé un recours de droit public pour violation de l'art. 4 CF. Elle conclut à l'annulation de la décision du Conseil d'Etat, en ce sens que la Compagnie des forces motrices de Joux soit obligée de raccorder à son réseau l'installation électrique de leur immeuble, et de leur fournir l'énergie électrique nécessaire. Les moyens qu'ils invoquent peuvent être résumés de la façon suivante:

Par l'arrêté du 11 mars 1902, la Compagnie a reçu de l'Etat une partie de son *imperium,* soit des ses privilèges de droit public, cela dans l'intérêt de la communauté, sous la forme d'une concession l'autorisant à utiliser une partie du domaine public et à user, dans une certaine mesure, des

droits réservés à l'Etat en tant que puissance publique. Cela étant, la Compagnie ne peut refuser le raccordement à son réseau électrique. Son obligation de livrer l'énergie subsiste; sinon on aboutirait à une flagrante inégalité de traitement entre citoyens, la Compagnie, qui remplace l'Etat, refusant aux uns ce qu'elle accorde aux autres, cela pour de simples considérations d'intérêts personnels.

Cette obligation générale découle de l'art. 12 du décret du Grand Conseil du 22 mai 1901, aux termes duquel la Compagnie est tenue d'alimenter, par la distribution de son énergie électrique, les régions centrales et occidentales du canton, où elle doit exercer son activité.

E. La Compagnie des forces motrices de Joux et le Conseil d'Etat du Canton de Vaud concluent au rejet du recours et au maintien de la décision attaquée. Leurs moyens seront exposés, en tant que de besoin, dans les considérants de droit ci-dessous.

La Compagnie allègue encore qu'après la décision du Conseil d'Etat, qui consacre son point de vue, elle s'est déclarée disposée à mettre l'énergie aux installations de la recourante. Mais les membres de l'hoirie R. ont refusé, voulant d'abord faire trancher par le Tribunal fédéral la question de principe et les droits de sieur C.

Considérant en droit:

1° La question de savoir si une commune ou une société investie des droits de l'Etat ou de la commune peut subordonner la livraison de l'énergie électrique à certaines conditions relève du droit public et non du droit privé (RO 42 I 182 47 I 249; ATF/Méroz du 3 octobre 1930, non pub.). La décision attaquée est donc susceptible de faire l'objet d'un recours de droit public pour violation de l'art. 4 CF.

2° Au fond, la recourante soutient que la Compagnie est tenue de lui fournir l'énergie électrique. Or, il n'existe, dans la législation vaudoise, aucune règle qui contraigne une entreprise électrique à alimenter toutes les installations intérieures des particuliers domiciliés sur son réseau. En revanche, le décret du 22 mai 1901, par lequel l'Etat de Vaud a accordé la concession à la Compagnie des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe dispose, en son article 12:

> Le réseau de distribution d'énergie que la Compagnie est tenue d'établir devra alimenter les régions centrales et occidentales du canton; les limites des régions à desservir seront fixées par le Conseil d'Etat, la Compagnie entendue.

La portée de cet article n'est pas absolument claire mais, à supposer qu'il signifie que la Compagnie soit tenue de servir tous les particuliers domiciliés sur son réseau, il n'est pas dit qu'elle doive le faire sans aucune condition. Au contraire, l'art. 19 du décret prévoit que les conditions auxquelles l'énergie électrique sera fournie par la Compagnie feront l'objet d'un règlement approuvé par le Conseil d'Etat. En fait, ce règlement a été approuvé le 7 août 1929. Il prévoit expressément (art. 2, al. 1) que les installations intérieures sont à la charge de l'abonné, et que la Compagnie se réserve le droit exclusif de faire exécuter ces installations par ses propres employés ou par des monteurs concessionnés par elle. Dans la mesure où cette disposition est motivée par des considérations de sécurité publique (moyen de pression exercé sur les consommateurs pour les empêcher de confier leurs installations à des personnes ne possédant pas les connaissances voulues), elle est incontestablement justifiée (cf. *Zwahlen*, Le Monopole des entreprises électriques pour les installations intérieures, p. 22). Mais ces considérations ne jouent aucun rôle en l'espèce; en effet, s'il est exact que C. travaille pour son propre compte, sans concession des autorités ni de la Compagnie, et sans posséder de brevet d'électricien, en revanche, il est constant que l'installation faite par lui dans l'immeuble R. a été inspectée par le Contrôle vaudois de l'électricité et trouvée conforme aux prescriptions établies par l'Association Suisse des Electriciens.

Mais l'art. 2, al. 1, du règlement précité, n'est pas motivé uniquement par la considération de l'intérêt public. La Compagnie reconnaît elle-même qu'il doit aussi lui assurer, dans son intérêt particulier, le monopole des installations intérieures sur tout son réseau. On peut se demander si cet intérêt particulier ne devrait pas passer après l'intérêt du public, qui est de pouvoir exiger la fourniture du courant de l'entreprise électrique qui jouit d'un monopole de fait ou de droit. Toutefois, en l'espèce, la Compagnie explique que le monopole de fait que doit lui assurer l'art. 2, al. 1, de son règlement, lui apporte une sorte de compensation pour la charge que lui impose le décret de 1901 de servir le public même dans les endroits peu accessibles, où les travaux de l'intimée lui coûtent plus qu'ils ne lui rapportent. Cette considération peut être discutée; mais, elle est en tout cas suffisante pour que le Conseil d'Etat pût admettre, sans arbitraire, que le point de vue de la Compagnie était fondé. L'arrêt rendu par le Tribunal fédéral le 30 juin 1916 dans la cause *Commune du Locle* (RO 42 I 180) ne saurait être invoqué ici en sens contraire, car il ne concernait pas une entreprise privée.

On doit relever au surplus que les recourants ont été avertis à temps que l'énergie électrique leur serait refusée s'ils faisaient faire leurs installations par sieur C. Malgré cette mise en garde, ils ont refusé de se soumettre et se sont ainsi placés dans une situation différente de celle des autres abonnés et demandeurs d'abonnement. L'hoirie R. ne peut donc se plaindre d'une inégalité de traitement. Enfin, elle ne prétend pas que le Conseil d'Etat se soit prononcé différemment dans des cas analogues au sien.

Dans ces conditions, on ne saurait admettre que la décision attaquée soit contraire à l'art. 4 CF; et le recours doit être rejeté.

3° Il y a lieu cependant d'attirer l'attention de la recourante sur un passage de la réponse du recours, dans lequel la Compagnie déclare qu'après avoir obtenu gain de cause devant le Conseil d'Etat, elle a fait savoir aux hoiries R. que, satisfaite par cette victoire de principe, elle était désormais disposée à livrer l'énergie à leur immeuble. Il appartiendra aux recourants de voir si la Compagnie peut être invitée ou contrainte à exécuter cette offre (qui aurait pu mettre en question la recevabilité du présent recours).

Par ces motifs
le Tribunal fédéral prononce:

1° Le recours est rejeté.

2° Sont mis à la charge des recourants, solidairement entre eux:

a) un émolument de justice de 40 fr.,
b) les frais d'expédition par 31 fr.,
c) les débours de la Chancellerie par fr. 3.70,
d) une indemnité extrajudiciaire de 40 fr. à payer à la partie adverse à titre de dépens.

3° Le présent recours est communiqué aux représentants des parties et au Conseil d'Etat du canton de Vaud.

Lausanne, le 3 juillet 1936.

(Signatures.)

Gegen die Verstaatlichung der Elektrizitätsindustrie in Japan.

338.98 : 621.311(52)

Die Gegnerschaft gegen den Regierungsplan zur Verstaatlichung der gesamten Elektrizitätsindustrie in Japan, der vom Handelsministerium auf unmittelbaren Befehl des Kriegsministeriums vorbereitet wird, wird immer heftiger. Der Plan wird von seinen Befürwortern nicht nur mit Gründen der nationalen Verteidigung und Rüstungsnotwendigkeiten, sondern auch mit dem Zweck vertreten, der notleidenden Bauernschaft eine Verbilligung der Elektrizität zu verschaffen. Jetzt hat aber nach den Elektrizitätsinteressenten selbst auch die Zen-San-Ren, Japans älteste und erste Industriellenvereinigung, mit einer entscheidenden Stellungnahme in den Kampf eingegriffen und eine «kompromisslose Opposition» beschlossen, da die Verstaatlichung ein Bruch des in der Verfassung proklamierten Rechtes auf Privateigentum sei. Zudem müsse vom wirtschaftlichen Standpunkt aus erst noch lange und sorgfältig geprüft werden, ob eine Staatsverwaltung der Elektrizitätsindustrie billiger werde arbeiten können als die Privatindustrie. Der gegenwärtige Verstaatlichungsplan berühre alle Industrien. Was heute dem einen pas-

(Fortsetzung auf Seite 784.)

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers.

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisse d'électricité.

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

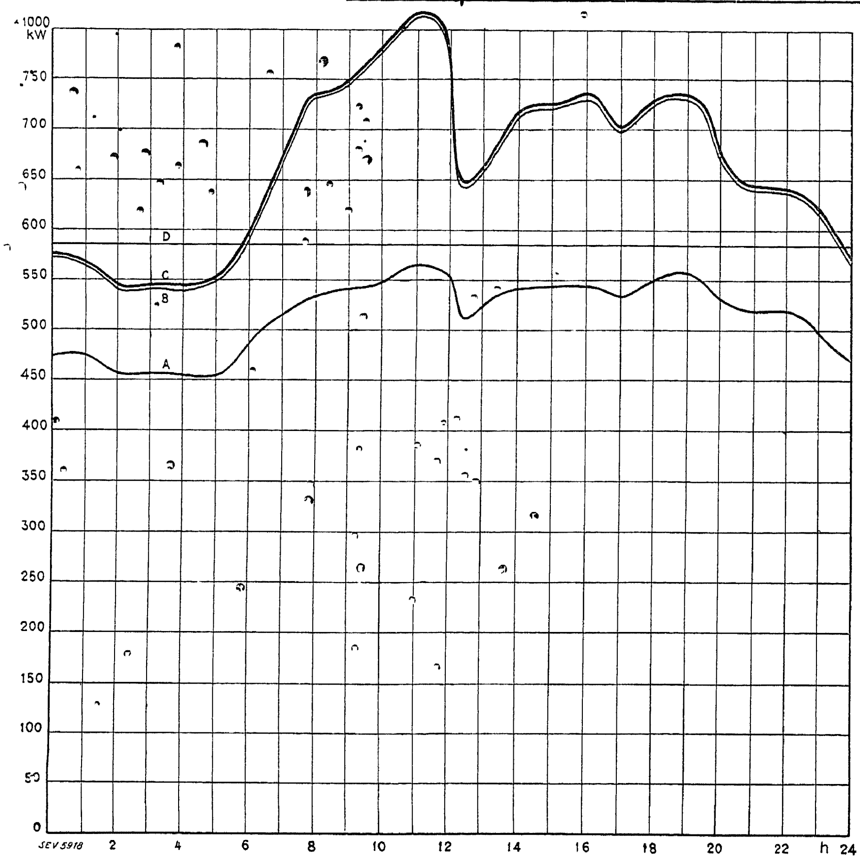
La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. Une statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37		1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	385,4	456,1	0,7	0,2	5,3	2,3	—	—	391,4	458,6	+17,2	598	637	+ 9	— 44	113,7	145,9
Novembre .	387,2		1,3		2,2		—		390,7			581	585	— 17	— 52	113,6	
Décembre .	410,2		1,6		2,8		—		414,6			551		— 30		123,4	
Janvier . . .	399,6		1,3		3,0		0,9		404,8			524		— 27		118,8	
Février[6]) . .	374,7		1,3		2,7		1,6		380,3			464		— 60		111,0	
Mars	383,2		0,7		2,4		1,7		388,0			401		— 63		113,0	
Avril	374,9		0,2		1,4		—		376,5			391		— 10		119,2	
Mai	388,5		0,2		7,0		—		395,7			438		+ 47		138,6	
Juin	368,0		0,2		6,7		—		374,9			534		+ 96		129,6	
Juillet	365,6		0,3		7,0		—		372,9			653		+119		121,1	
Août	366,4		0,2		6,9		—		373,5			672		+ 19		125,8	
Septembre .	399,9		0,2		6,3		—		406,4			681		+ 9		139,3	
Année	**4603,6**		8,2		53,7		4,2		**4669,7**			—		—		**1467,1**	

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																Différence par rapport à l'année précédente[5])
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie[1])		Excédents livrés pour les chaudières électriques[2])		Traction		Pertes et énergie de pompage[3])		Consommation en Suisse et pertes: non compris les excédents et l'énergie de pompage		Consommation en Suisse et pertes: y compris les excédents et l'énergie de pompage[4])		
	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	1935/36	1936/37	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	110,6	111,4	47,4	49,0	18,9 (5,5)	30,9 (9,4)	28,1 (28,1)	43,6 (43,6)	22,4	22,4	50,3 (0,9)	55,4 (2,6)	243,2	257,1	277,7 (34,5)	312,7 (55,6)	+12,6
Novembre .	111,3		45,6		17,7		30,5		21,7		50,3		239,5		277,1		
Décembre .	120,8		45,2		18,4		28,6		24,7		53,5		255,0		291,2		
Janvier . . .	115,1		43,8		20,0		34,5		22,7		49,9		245,3		286,0		
Février[6]) . .	104,9		42,1		18,6		35,1		21,3		47,3		229,9		269,3		
Mars	104,3		44,5		20,1		35,9		20,9		49,3		234,2		275,0		
Avril	95,7		43,9		21,1		35,6		16,8		44,2		216,6		257,3		
Mai	93,6		43,4		23,7		32,6		16,9		46,9		217,8		257,1		
Juin	90,3		42,9		21,4		29,3		16,8		44,6		208,3		245,3		
Juillet	91,5		44,7		24,3		30,7		18,2		42,4		215,0		251,8		
Août	91,9		43,1		24,6		25,5		18,3		44,3		216,2		247,7		
Septembre .	100,5		44,8		25,6		28,4		17,6		50,2		229,8		267,1		
Année	**1230,5**		531,4		254,4 (54,0)		374,8 (374,8)		238,3		573,2 (23,0)		**2750,8**		**3202,6** (451,8)		

¹) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie.
²) Chaudières à électrodes.
³) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.
⁴) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'énergie fournie sans garantie de continuité de livraison à des prix correspondant aux excédents d'énergie et l'énergie de pompage.
⁵) Concerne les colonnes 16 et 17.
⁶) Février 1936: 29 jours!

Diagramme de charge journalier du mercredi 14 octobre 1936.



Légende:

1. *Puissances disponibles:* 10³ kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	587
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	555
Usines thermiques	100
Total	1242

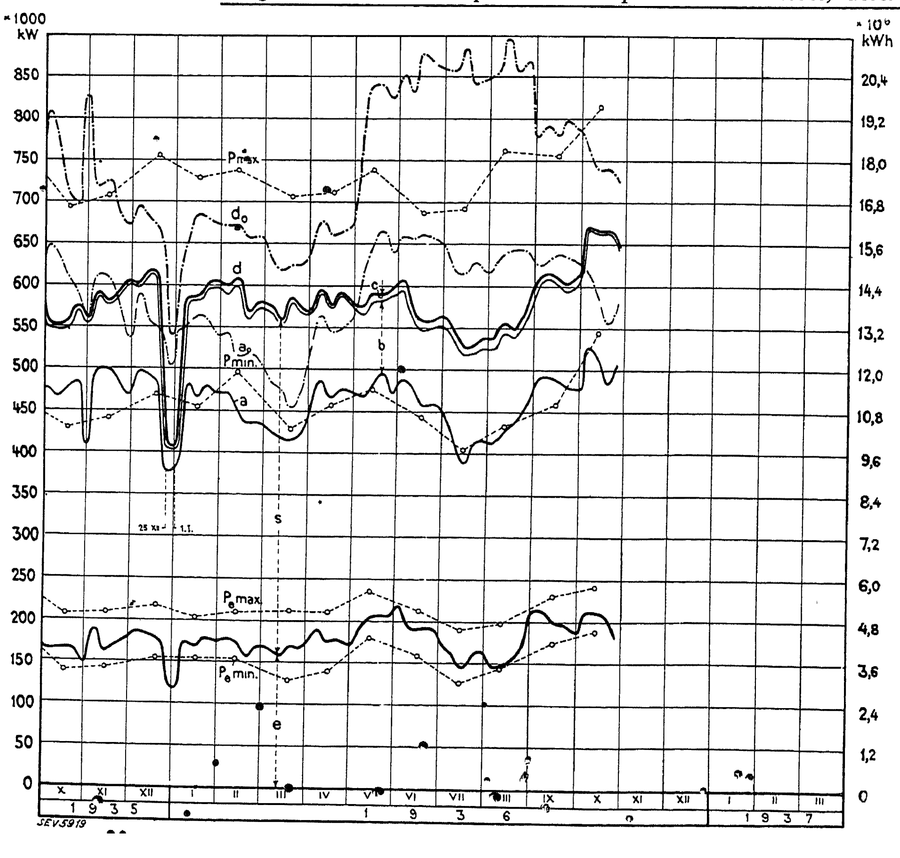
2. *Puissances constatées:*

O—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire)
A—B Usines à accumulation saisonnière
B—C Usines thermiques + livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. *Production d'énergie:* 10⁶ kWh

Usines au fil de l'eau	12,3
Usines à accumulation saisonnière	3,6
Usines thermiques	—
Production, mercredi le 14 octobre 1936	15,9
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	0,1
Total, mercredi le 14 octobre 1936	16,0
Production, samedi le 17 octobre 1936	13,8
Production, dimanche le 18 octobre 1936	10,8

Diagramme annuel des puissances disponibles et utilisées, avril 1935 à octobre 1936.



Légende:

1. *Production possible:*
(selon indications des entreprises)
a_0 Usines au fil de l'eau
d_0 Usines au fil de l'eau et à accumulation en tenant compte des prélèvements et du remplissage des accumulations (y compris 2c).

2. *Production effective:*
a Usines au fil de l'eau
b Usines à accumulation saisonnière
c Usines thermiques + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation
d production totale + livraisons des usines des CFF et de l'industrie + importation.

3. *Consommation:*
s dans le pays
e exportation.

4. *Puissances max. et min. constatées le mercredi le plus rapproché du milieu du mois:*
P_{max} puissance max. } enregistrée par toutes les
P_{min} puissance min. } entreprises simultanément
$P_{e\,max}$ puissance max. } de l'exportation.
$P_{e\,min}$ puissance min. }

NB. L'échelle de gauche donne pour les indications sous 1 à 3 les puissances moyennes de 24 h, celle de droite la production d'énergie correspondante.

siere, werde morgen das Los des andern sein. Der Verkehrsminister ist zwar scheinbar nach wie vor unnachgiebig, findet nun aber bereits Gegnerschaft in seiner eigenen Partei, der stärksten Reichstagsfraktion der Minseito. Der Ministerpräsident und der Finanzminister haben ihrerseits zwar veranlasst, dass der Gesetzentwurf in einen solchen der «Staatskontrolle über die Elektrizitätsindustrie» umgearbeitet werde, um damit dem stärksten Widerstand auszuweichen; aber auch das hat die Einigkeit im Kabinett nicht mehren können. Im Gegenteil, es hat die Unsicherheit nur verstärkt. Der Verkehrsminister nennt die Aenderung nur eine Formalität, die der Ministerpräsident und der Finanzminister als eine grundsätzliche Verschiebung der Front bezeichneten. Dazu verlangen sie eine Ausarbeitung der gesamten Vorlage mit allen Einzelheiten und Beratung im Kabinett vor Veröffentlichung der Vorlage. Derweilen verkündet die Armee unentwegt, dass die «Verstaatlichung» der Elektrizitätsindustrie aus Gründen der nationalen Verteidigung unbedingt nötig sei und dass diese Gründe jede zögernde und hinhaltende Diskussion ausschlössen. Sie beharren bei dieser Meinung, je energischer die Gegenagitation des Präsidenten der Elektrizitätswirtschaft wird. Eine Lösung ist zur Zeit nicht abzusehen. *H. R.*

Entwicklung der Starkstromleitungen in Ungarn im Jahre 1935.

621.311(439)

Infolge der Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat sich die Bautätigkeit gegenüber 1934 bedeutend erhöht. Im Berichtsjahre wurden 840,74 km Drehstrom- (im Vorjahre 460,67 km), 30,05 km Einphasenstrom- (50,00 km) und 8,68 km Gleichstrom- (13,74 km), insgesamt 879,47 km (524,41 km) Leitungen errichtet.

Der Leitungslänge nach waren im Berichtsjahre die Spannungsstufen 380/220 (440,1 km) und 20 000 V (281,7 km) vorherrschend. Für Normalspannungen waren 98,5 % (im Vorjahre 96,2 %) ausgelegt. Sämtliche Neuanlagen (96,2 % aller Leitungen, im Vorjahre 91,5 %) wurden für 50 Hz errichtet. Gegenüber 1934 ist die gesamte Leitungslänge mit 4 % gewachsen. Die Entwicklung seit 1922 zeigt folgende Tabelle.

Leitungen für	1922 km	1935 km
Hochspannung	4 410	11 296
Niederspannung	4 245	11 325
Insgesamt	8 635	22 621

Ende 1935 waren die Leitungslängen der wichtigsten Spannungsstufen:

V bzw. kV	380/220	5	10	15	20	30	60	100
km	5276	498	783	1761	2084	462	230	125

E. W.

Miscellanea.

In memoriam.

Jules Villars †. Am 12. September 1936 starb an den Folgen einer Operation, der er sich auf einer Reise nach Nordamerika unterziehen musste, im 72. Lebensjahr der in Tegucigalpa residierende Schweizerkonsul für Honduras (Zentralamerika) *Jules Villars* von Evilard (Kanton Bern). Wenn schon Don Julio Villars (wie sie den Verstorbenen in Honduras nannten) nicht Mitglied des SEV war, so mag es doch angezeigt sein, dem tüchtigen und unternehmungslustigen Manne, der vor rund 50 Jahren in der Schweiz als einfacher Elektromonteur seinen Aufstieg begann, im Hinblick auf seine Tätigkeit auf dem Gebiete der Elektrotechnik, verbunden mit allgemein verdienstvollem Wirken im Ausland im Bulletin einige Worte der Erinnerung zu widmen.

Als im Jahre 1887 der nachmals weltbekannt gewordene Hotelunternehmer und Industrielle Bucher-Durrer † für das von ihm auf dem Bürgenstock bei Luzern erbaute Hotel durch die Zürcher Telephon-Gesellschaft (ZTG) die elektrische Beleuchtungsanlage erstellen liess, beauftragte die ZTG den jungen Monteur Villars mit der Durchführung dieser Arbeit. Dabei fiel dem Schreiber dieser Zeilen, damals Ingenieur der ZTG, die Aufgabe zu, die Verbindung zwischen der Baustelle auf dem Bürgenstock und der Geschäftsleitung in Zürich (Direktor Dr. A. Denzler † und Ingenieur W. Wyssling) durchzuführen und auf diese Weise zusammen mit Monteur Villars u. a. die zu jener Zeit bekannte Installationstechnik mit den zur Verfügung stehenden Installationsmaterialien bestmöglich zur Anwendung zu bringen. (SEV-Vorschriften und bundesrätliche Vorschriften, auf die man sich hätte stützen können, gab es damals noch nicht.) So lernten wir Jules Villars als einen gewandten, arbeitsfreudigen Mitarbeiter von offenem Wesen kennen, und es war uns ein Vergnügen, mit ihm auch im Verkehr zu bleiben, als er nach einigen Jahren Arbeitens in der Schweiz in die Fremde zog und sich mit seiner Familie in der Republik Honduras eine gesicherte und geachtete Existenz gründete. Wie sehr dabei Villars vor keinen Schwierigkeiten zurückschreckte, zeigen Photographien vom Frühjahr 1897, da das Ehepaar Villars mit seinen Kindern von der Küste mit den primitivsten Transportmitteln acht Tage unterwegs sein musste, um die erste Bahnstation zu erreichen.

Jules Villars hat dem Schreiber dieser Zeilen wiederholt, auch bei Anlass von Besuchen in der Heimat mündlich, über seine Tätigkeit in Honduras berichtet. Beispielsweise sei aus einem seiner Briefe folgende zusammenfassende Mitteilung wiedergegeben: «Nach meiner Rückkehr nach Honduras habe ich in Tegucigalpa eine kleinere Lichtinstallation ausgeführt. Das Material hiezu wie auch Werkzeugmaschinen für die hiesigen Lehrwerkstätten bezog ich von Oerlikon. Vorher hatte ich in den Silberminen von San Juancito das elektrische Licht installiert; diese Installation von San Juancito ist die erste in Zentralamerika eingerichtete. Später habe ich das Projekt für die elektrischen Anlagen der Hauptstadt Tegucigalpa bearbeitet und dann die Anlagen auch ausgeführt; es ist das eine hydro-elektrische Anlage mit einem Gefälle von 288 Meter. Die ganze Einrichtung wurde mit Maschinen aus der Schweiz ausgerüstet, der elektrische Teil von Oerlikon, die hydraulischen Maschinen von Escher Wyss & Cie. Ich wurde auch beauftragt, die elektrische Eisenbahn in den Silberminen von San Juancito zu installieren. Schliesslich bin ich noch Eigentümer einer Seifen-, Kerzen- und Terpentinöl-Fabrik geworden. Trotzdem habe ich die elektrische Branche nicht aufgegeben, ich habe mir dafür noch eine kleinere Werkstatt eingerichtet.»

Der Wunsch nach Errichtung eines Schweizer Konsulates für den Staat Honduras scheint mehrere Jahre zurückgelegen zu sein, aber er konnte erst im Jahre 1936 verwirklicht werden, nachdem Villars trotz seines vorgerückten Alters sich bereit erklärt hatte, dasselbe zusammen mit dem von ihm bestimmten Kanzler, Herrn Paul Weiss aus dem Kanton Zürich, dem heutigen Konsul, zu übernehmen. Das Schicksal wollte es, dass er dieses Ehrenamt nur noch während weniger Monate bekleiden konnte.

Aus den uns seit dem Hinschied von Konsul Villars aus Tegucigalpa zugekommenen Zuschriften, aus den in der Tageszeitung «El Cronista» vom 21. September enthaltenen Nachrufen und der allgemeinen Beteiligung der Bevölkerung an der Bestattung geht hervor, dass der Verstorbene im gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leben des Landes Honduras und seiner Hauptstadt Tegucigalpa eine hervorragende und sehr geachtete Stellung einnahm und, fern von der Heimat, den Schweizer Namen ehrenvoll vertreten hat. Dafür sei ihm auch an dieser Stelle die verdiente Anerkennung und der Dank seines Heimatlandes ausgesprochen. *F. L.*

Nachschrift der Redaktion: Wir stellten das Bulletin diesem Nachruf um so lieber zur Verfügung, als er zeigt, wie

unternehmungsfreudige, tatkräftige Techniker in fernen Ländern für die Heimat wirken können. Leute vom Schlage des Herrn Villars fehlen je länger je mehr. Zur Zeit sind Bestrebungen im Gange, um jungen, tüchtigen Ingenieuren und Technikern, die in der Ferne ihr Glück versuchen wollen, die Durchführung ihrer Pläne weitgehend zu erleichtern. Diese Bestrebungen verdienen alle Unterstützung.

Kleine Mitteilungen.

50 Jahre Physikalische Gesellschaft Zürich. Zur Feier des 50jährigen Bestehens veranstaltet die Physikalische Gesellschaft Zürich in den Tagen vom Mittwoch, den 13. bis Samstag, den 16. Januar 1937 eine Jubiläumstagung über das Thema «*Der feste Körper*». Die Vorträge finden jeweils nachmittags und abends statt. Das genaue Programm wird in der nächsten Nummer erscheinen.

L'Institut Roumain de l'Energie (IRE) a commémoré le 22 novembre 1936 à Bucarest, le dixième anniversaire de sa fondation. C'est à M. Constantin-D. Busila que revient le mérite d'avoir fondé cet Institut et d'avoir déterminé, en qualité de président, sa vaste et féconde activité qui englobe tout le domaine de l'aménagement et l'utilisation de l'énergie et de la réglementation technique. Un volume est en préparation qui sera consacré à la commémoration du dixième anniversaire de la fondation de l'IRE.

Literatur. — Bibliographie.

621.383 *Nr. 1279*

Die Photoelemente und ihre Anwendung. I. Teil: Entwicklung und physikalische Eigenschaften. Von *B. Lange*. 132 S., 15,5×23 cm, 100 Fig. Verlag: Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1936. Preis: brosch. RM. 9.60.

In der Einleitung wird ein Ueberblick über die verschiedenen lichtelektrischen Grunderscheinungen gegeben. Unter Photoelementen sind Stromquellen zu verstehen, die, der Lichtstrahlung ausgesetzt, eine EMK entwickeln, und in einen äussern Stromkreis Energie zu schicken vermögen, wobei die Umformung von Lichtenergie in elektrische Energie auf den Becquereleffekt, den Kristallphotoeffekt oder den Sperrschichtphotoeffekt zurückzuführen ist. Der Verfasser stellte sich die Aufgabe, zu zeigen, dass diese drei Effekte auf denselben, an die Existenz eines Halbleiters gebundenen innern Photoeffekt, den «Halbleiterphotoeffekt», zurückzuführen sind.

Das erste Kapitel bringt die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Photoelemente (elektrolytische Photoelemente, Sperrschichtzellen und Kristallphotoelemente).

Das zweite Kapitel ist der Theorie des Halbleiterphotoeffektes gewidmet. Obgleich die Photoelemente heute schon in Wissenschaft und Technik eine mannigfaltige Anwendung gefunden haben (worüber der zweite Teil des Buches berichtet), sind die Erforschung und die theoretische Erfassung der Vorgänge im Photoelement noch nicht abgeschlossen. Die heute noch nebeneinander bestehenden verschiedenen Theorien, die Sperrschichttheorie von Schottky, die Feldtrichtertheorie Teichmanns, die elektrochemische Theorie von Deaglier werden resumiert. An letzter Stelle entwickelt der Verfasser eingehender eine eigene Theorie über das Zustandekommen der elektrischen Spannung der Photoelemente, welche in groben Zügen folgende Anschauung übermittelt: Belichtet man die Isolierschicht und die angrenzende Halbleiterschicht einer Sperrschichtzelle, so werden an den Gitterstörstellen beider Schichten unter dem Einfluss der Strahlung Elektronen abgelöst, die einen gewissen Weg zurücklegen und wieder absorbiert werden. Da die Zahl der Gitterstörstellen im Halbleiter um mehrere Zehnerpotenzen grösser ist als in der Isolierschicht, entsteht zwischen Isolierschicht und Halbleiterschicht ein Unterschied der Elektronenkonzentration. Der Verfasser nimmt an, dass sich die EMK des Photoelementes wie die EMK eines galvanischen Konzentrationselementes mit der Nernstschen Formel über Diffusionspotentiale aus dem Konzentrationsunterschied der Elektronen berechnen lasse. Auf diese Weise gelingt es ihm, die verschiedenartigen Photoelemente einheitlich zu behandeln und ihre physikalischen Eigenschaften ohne Widerspruch zu deuten.

Im dritten Kapitel, es macht die Hälfte des Buches aus, wird ein reichhaltiges Tatsachenmaterial über die physikalischen Eigenschaften der Halbleiterphotozellen, welches einem weiten Physikerkreis zu verdanken ist, besprochen und folgendermassen eingeordnet: Die Zellencharakteristik; die Temperaturabhängigkeit des Photostromes und der Photospannung; die Empfindlichkeit im sichtbaren Spektralbereich; die Einwirkung von polarisiertem Licht; die Empfindlichkeit im Gebiet der Röntgenstrahlung; die Einwirkung von Kathodenstrahlen; die Grenzwellenlänge, ihre Temperaturabhängigkeit und Beziehung zum Atomgewicht; die Einwirkung eines Magnetfeldes; die kapazitiven Eigenschaften, die Frequenzabhängigkeit und zum Schluss die, für den Ingenieur so wichtige Frage der Haltbarkeit und der Ermüdung.

Die Darstellung ist konzentriert und ein grosses Literaturverzeichnis erleichtert ein tieferes Eindringen in die Materie an Hand der Originalarbeiten.

Vom Standpunkt des Nichtphysikers ist noch zu sagen, dass die Darstellung stellenweise etwas knapp und darum etwas unklar ist. Es sollte mehr darauf geachtet werden, alle in den angeschriebenen Formeln verwendeten Zeichen zu definieren, sonst wird das etwas unbequeme Nachschlagen in den Originalarbeiten nötig. Z. B. im zweiten Kapitel, Abschnitt 5, S. 91, ist die Intensitätseinheit r/s der Röntgenstrahlen nicht definiert, ebenso der Absorptionskoeffizient τ (S. 95). Im Abschnitt 9 fehlt zum Scheinwiderstandsdiagramm Fig. 86 die Angabe, dass die Messungen mit variabler Kreisfrequenz ($\omega = 5000$ bis 16 000) gemacht wurden.

Es ist erstaunlich, wie viel in dem kleinen Buch steht. Sicher ist es für manchen, für den Physiker und den Ingenieur, ein wertvolles Hilfsmittel. *H. Hafner.*

Tarification de l'énergie électrique. Par *Jean Cusset*. 138 pages. Dunod, Paris 1935. Prix ffr. 24.—.

Le livre de M. Cusset mérite d'être signalé, car les études d'ensemble sur le problème de la tarification de l'énergie électrique en France sont des plus rares. On ne cite guère que quelques articles de revues (Drouin, Aubry, Génissieux, Hartmann, Chéreau). Aussi M. Cusset a-t-il dû chercher une grande partie de sa documentation dans certains documents officiels et dans des rapports, officiels ou non, de l'Administration française et des Compagnies et Syndicats. C'est d'ailleurs là que réside l'intérêt essentiel de ce livre. L'auteur semble avoir un intérêt plus marqué pour les problèmes généraux de l'administration et pour la discussion des principes juridiques qui sont à la base de l'organisation actuelle de l'industrie électrique en France, que pour le calcul minutieux des prix de revient et des tarifs eux-mêmes. Les deux premiers chapitres du livre tiennent lieu d'introduction; dans le chapitre III, l'auteur aborde l'aspect concret du problème, étudie les tarifs binômes et l'index économique et fait la nomenclature des tarifs à insérer dans un cahier des charges. Le chapitre final traite de l'unification des modes de tarifs et des prix inscrits aux cahiers des charges. Tout en faisant quelques réserves opportunes, l'auteur s'inscrit en faveur d'une pareille unification, par révision des contrats. *Charles Jaeger.*

347.77 : 621.791.73(43)

Die deutsche Patentlage der Lichtbogen-Schweisselektroden. Umhüllungen, Schweissdrähte und Flussmittel. Von *Werner Simon*. Selbstverlag Werner Simon, Berlin NW 87, Holsteiner Ufer 1. Preis RM. 35.—.

Die vorliegende Arbeit sucht Klarheit in die durch das in Deutschland am 1. Oktober 1936 in Kraft getretene Patent-

gesetz stark anwachsende Patentliteratur auf dem Gebiete der Lichtbogen-Elektroden zu bringen. Dabei wurden auch Patente über Schweissdrähte, über Autogenschweissung, über Fluss- und Desoxydationsmittel in das behandelte Material aufgenommen.

Das Werk zerfällt in drei Abschnitte: Den ersten Teil bildet eine Zusammenstellung der Nummern der einbezogenen 112 erteilten Patente und 22 Neuanmeldungen nach verschiedenen Gesichtspunkten. Von den Patenten sind noch 59 in Kraft. Der zweite Teil gibt die Hauptansprüche der erteilten Patente wieder. Der dritte Teil enthält nur die Titel der am 14. Oktober 1936, dem Stichtage, vorliegenden 22 Neuanmeldungen, da deren Inhalt nach dem deutschen Patentgesetz nicht veröffentlicht werden darf.

Der Umfang der Arbeit und die Zahl von 73 deutschen patentierenden Firmen zeigen, wie intensiv auf diesem Gebiete heute in Deutschland gearbeitet wird. Die behandelten Patente beziehen sich sowohl auf metallurgische als auf elektrische und mechanische Gesichtspunkte bei der Herstellung und Anwendung von Schweisselektroden bei verschiedenen Arbeitsverfahren. Die aufgeführten Neuanmeldungen betreffen vorwiegend die Umhüllung der Schweißstäbe, insbesondere bei Leichtmetallen.

Die Patente sind in der Publikation von Simon sowohl nach dem geschützten Gegenstand oder Verwendungszweck als auch nach den Erfindern geordnet, so dass die Uebersicht über das ganze Material sehr erleichtert wird. Die mitgeteilten Hauptansprüche der Patente geben den nötigen Einblick in deren Fassung und erübrigen dadurch die Heranziehung der Patentschriften bei der Orientierung.

Die Arbeit bietet daher jedem, der in die Patentlage auf dem Gebiete der Schweiss-Elektroden Einblick gewinnen will, ein sehr bequemes und wirksames Hilfsmittel, das bestens empfohlen werden kann. *Sr.*

Directives pour l'estimation de l'utilisation de l'eau et des installations hydrauliques (Richtlinien für die Bewertung von Wassernutzung und Wassernutzungsanlagen), rédigées par l'office des finances de Munich, en qualité de centrale d'Etat pour l'estimation des installations hydrauliques, pour les années 1935/36. Texte commenté par M. C. Reindl, ingénieur. Chez J. Schweizer Verlag, Munich. 157 pages. Prix RM. 4.60.

L'unification de régime fiscal allemand comportait, comme corollaire, l'unification des bases servant à l'estimation des matières imposables. En ce qui concerne les constructions hydrauliques, la tâche n'était pas facile, d'autant plus que l'impôt touche non seulement les installations produisant de la force hydraulique, mais aussi les captages d'eau pour quelque emploi que ce soit. Après étude consciencieuse de tous les aspects du problème, le législateur reconnut qu'il n'y avait d'autre base solide pour l'estimation de la matière imposable que sa valeur réelle de construction, établie soit d'après des prix unitaires types, soit d'après le coût réel de premier établissement, compte tenu des amortissements nécessaires et compte tenu, en dernier lieu, des conditions particulières qui font qu'une industrie est plus ou moins prospère. Toute autre base, en particulier l'estimation de la valeur économique d'une entreprise, s'avéra impraticable.

M. Reindl ne se contente pas, dans ses commentaires, de donner toutes explications nécessaires à l'application correcte des directives officielles, mais les complète par un certain nombre de tableaux et de graphiques, très intéressants pour qui veut connaître l'état actuel de l'industrie allemande de la production d'énergie hydraulique et hydro-électrique, dans son ensemble. *Charles Jaeger.*

Unfallverhütungskalender 1937. 64 S. 10,5×16 cm. Illustriert. Ott-Verlag, Thun. Preis 30 Rp. Bei 100 und mehr Stück 25 Rp. Grössere Bezüge Mehrrabatt. Firmaaufdruck möglich.

Dieser Kalender enthält eine grosse Zahl vorzüglich ausgewählter Bilder von typischen Unfallsituationen, die zu vermeiden sind. Es sei nachdrücklich auf diese erneute Gelegenheit aufmerksam gemacht, das Personal, Arbeiter und Handwerker aller Art, auf die Wichtigkeit des Unfallschutzes aufmerksam zu machen.

Firmenkataloge.

Autophon A.-G., Solothurn. Der Sammelkatalog, der erste dieser Firma, erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Er will nur einen Querschnitt durch das weitschichtige und entwicklungsfähige Arbeitsgebiet dieser Schwachstromfirma geben. Der Hefter enthält folgende Teilkataloge: Lichtruf-Apparaturen, Zahlensignal-Personensuchanlagen, Telephoneinrichtungen, Feuermeldeapparaturen, Alarmanlagen, Temperaturmesseinrichtungen, Diverses, Verstärker- und Lautsprecheranlagen, Elektrische Uhren. Dem Katalog ist in einem zweiten Teil geschickt eine systematische Bildersammlung beigegeben. — Aktuell sind die Feuermelde- und Alarmanlagen besonders für den Luftschutz, für den die Autophon A.-G. erfolgreiche Entwicklungsarbeit leistet.

Die **Franz Rittmeyer A.-G.**, Apparatebau für die Wasserwirtschaft, Zug, legt nach vier Jahren einen neuen Katalog vor, im Umfang von 68 Seiten, Format A 4. Der Richtung des ausländischen Absatzes entsprechend ist der Text in französischer Sprache abgefasst. In diesem reich illustrierten Werk werden die bekannten, bewährten Apparate dieser Firma und die Anwendung anhand ausgeführter Anlagen beschrieben, und zwar in folgenden Kapiteln:

Le Télélimnigraphe Rittmeyer,
Le Télélimnigraphe dans les stations de pompage automatiques,
Vannes commandées à distance, réseaux de distribution d'eau à plusieurs réservoirs,
Le Télélimnigraphe dans les services des eaux,
Le Télélimnigraphe dans les centrales hydroélectriques,
Protection des agglomérations contre le feu et contre l'eau,
Compteurs d'eau avec enregistrement à distance,
Limnimètres et limnigraphes Rittmeyer,
Le Limnimètre à transmission téléphoniques ou «Limnimètre Sonore».

Die hydroelektrischen Elektrizitätswerke werden diesen schönen, interessanten Katalog mit Gewinn konsultieren.

Marque de qualité de l'ASE et estampille d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

ASE pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé aux maisons ci-dessous pour les produits mentionnés:

Interrupteurs.

A partir du 1er novembre 1936.

AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich (Repr. de Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique: AEG

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A.
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique, cape en résine synthétique moulée brune (...b) ou crème (...e).
No. 281126/5 b, .../5 e: interrupteur à gradation, unipol., schéma I.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice ronde ou carrée en résine synthétique moulée brune ou crème ou en verre et disque rond en résine synthétique moulée brune ou crème.
No. 281126/5...*): interrupteur à gradation, unipolaire, schéma I.
*) irb, ire, ivb, ive, grb, gre, gvb, gve, irbw, irew, ivbw, ivew, grbw, grew, gvbw, gvew.

A partir du 1er décembre 1936.

R. H. Gachnang, Zurich.

Marque de fabrique:

Interrupteurs à bascule 250 V, 6 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle et cape en matière céramique.
No. 1429: interrupteur ordinaire, unipol., schéma 0
No. 1429/III: inverseur, unipolaire, » III
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique, plaque protectrice intérieure en tôle de zinc, plaque protectrice extérieure quelconque.
No. 1429 UP: interrupteur ord., unipol., schéma 0
No. 1429/III UP: inverseur, unipol., » III

Prises de courant.

A partir du 15 novembre 1936.

A. Suesseli & Cie, Bâle (Repr. général de la firme Gebr. Berker, Spezialfabrik für elektrotechn. Apparate Schalksmühle).

Marque de fabrique:

Prises bipolaires doubles et triples, 250 V, 6 A.
Utilisation: sous crépi, dans locaux secs.
Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en résine synthétique moulée brune (ib) ou blanche (iw).
No. 928 ib, iw: prise double } exécution normale, pour fiches avec tiges de 4 mm ou avec une tige de 4 et une de 5 mm.
No. 923 ib, iw: prise triple } exécution normale, pour fiches avec tiges de 4 mm ou avec une tige de 4 et une de 5 mm.

J. J. Buser A.-G., Fabrik elektrotechn. Isoliermaterialien, *Bâle.*

Marque de fabrique:

Fiches bipolaires 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps de la fiche en résine synthétique moulée brune ou noire.
No. 1240: exécution normale, avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Adolf Feller S. A., Fabrique d'appareils électriques, *Horgen.*

Marque de fabrique:

Prises de courant murales, bipolaires, avec contact de terre (2 P+T), 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: sur crépi, dans locaux humides.
Exécution: socle, boîtier et couvercle en matière céramique.
No. 8713 F: exécution normale, pour fiches avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.
Utilisation: sur crépi, dans locaux mouillés.
Exécution: socle et couvercle du boîtier en matière céramique; couvercle à fermeture automatique et boîtier en résine synthétique moulée.
No. 8713 J: exécution normale, pour fiches avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.
Prises de courant mobiles, bipolaires, 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps isolé en résine synthétique moulée noire.
No. 8912: exécution normale, pour fiches avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.
Prises de courant mobiles, bipolaires, avec contact de terre (2 P+T), 380 V, 10 A ~ (pour courant alternatif seulement).
Utilisation: dans locaux secs et humides.
Exécution: corps isolé en résine synthétique moulée noire.
No. 8913: exécution normale, pour fiches avec tiges plates de 2,5×5 et 2,5×8,5 mm.

Transformateurs de faible puissance.

A partir du 1er décembre 1936.

Fabrique des Transformateurs S. A., Neuveville.

Marque de fabrique:

Transformateurs pour jouets.
Utilisation: transportables, dans locaux secs.
Exécution: monophasés, résistants aux courts-circuits. Classe 1a, type KTa 3, 30 VA. Coffret en fer (noyau) et en métal léger.
Tensions: primaire: 125, 145 ou 220 V,
secondaire: 14 V.

II. Estampille d'essai pour lampes à incandescence.

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès selon le § 7 des «Conditions techniques pour lampes à incandescence» (voir Bulletin ASE 1935, No. 20, page 581), le droit à l'estampille d'essai de l'ASE a été accordé à la firme mentionnée ci-dessous, à partir du 15 nov. 1936, pour les *Lampes électriques à incandescence destinées à l'éclairage général, échelonnées selon la puissance absorbée, pour une durée nominale de 1000 heures.*

ZAMPA, Lampes et Entreprises Electriques, S. A., Tavannes.
Marque: ZAMPA.
Puissances nominales: 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150 et 200 W.
Tensions nominales: entre 110 et 250 V.
Genre d'exécution: forme de poire ou de boule, transparentes ou dépolies intérieurement, culot Edison ou à bayonnette.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

A la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* (voir Bulletin ASE, Nos. 23 et 26 de 1934), le droit à ce signe a été accordé à la firme ci-dessous, pour l'appareil suivant:

A partir du 15 novembre 1936.

Calora S. A., Fabrique d'appareils électrotherm., *Kusnacht.*
Marque de fabrique: CALORA.
Coussins chauffants Comm.-No. 805, 50/60 W, pour les tensions 110—130, 145, 150—160, 200—220, 220, 220—250 V.
Coussins chauffants Comm.-No. 804, 50 W, pour les tensions 110—130, 145, 150—160, 200—220, 220—250 V.

Purator S. A., Bâle.
Marque de fabrique: PURATOR.
Aspirateurs de poussière, 140—150 W, pour les tensions 110, 115—135, 140—155, 210—230 et 250 V.

Abus du signe «antiparasite» de l'ASE.

La fabrique d'appareils *Solis*, Zurich, a mis en vente, sans en avoir le droit, des coussins-chauffants munis du signe «antiparasite» de l'ASE. Jusqu'à aujourd'hui cette fabrique a seulement le droit de mettre en vente avec le signe «antiparasite» le coussin-chauffant No. 217 du catalogue (voir Bull. ASE 1936, No. 23, page 683). L'ASE se réserve toute action ultérieure à cette publication.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Jahresversammlungen in St. Gallen

am 4. Juli 1936.

Es ist gewiss nicht allein unsere Schuld, wenn der Bericht über die diesjährigen Generalversammlungen des SEV und VSE erst jetzt, in der letzten Nummer des Jahres, erscheint. 17 objektive Hindernisse, alle ausserhalb unseres Machtbereiches, sperrten nämlich den Weg dieser Reminiszenzen in die überall sehr geschätzten Spalten des Bulletin.

Nach Beschluss der Verwaltungskommission sollte heuer wieder eine äusserst einfache Versammlung abgehalten werden. Vor allem sollte sie nur einen Tag dauern. Man beschritt daher den Ausweg, die Exkursion auf den Säntis, am Sonntag, als «nicht offiziell» zu erklären, was ermöglichte, die Form zu wahren und eine eintägige Jahresversammlung anzukündigen. Unsere St. Galler Freunde setzten aber voraus, es werde sicher niemand böse werden, wenn der gute Vorsatz der Gäste von den Gastgebern nicht allzu ernst genommen werde. Sie hatten natürlich recht und so gab es denn in St. Gallen eine sehr frohe Zusammenkunft mit viel unerhoffter Unterhaltung, die fast zwei schöne, in vollen Zügen genossene Tage dauerte. Gastgeber und Gäste hatten aneinander sichtlich Freude. Es fehlte an nichts und manch hübsche Aufmerksamkeit zeigte, wie herzlich willkommen wir in der Ostschweizer Kapitale waren, wo unser allverehrter Herr Direktor Zaruski 40 Jahre lang gewirkt hatte. Die Versammlung wurde vom EW der Stadt St. Gallen und den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken (SAK) tadellos organisiert. Alles klappte, was hauptsächlich dem nimmermüden Herrn Fink vom EW der Stadt St. Gallen zu verdanken ist; Herr Fink war überall und dachte an alles.

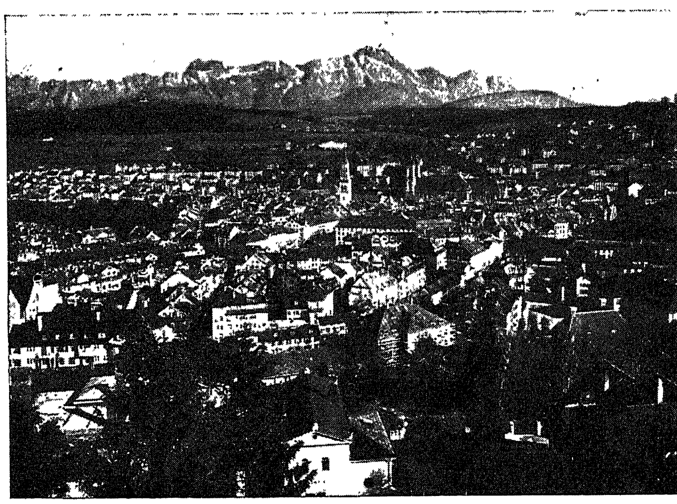


Fig. 1.
St. Gallen mit Säntis.

Nach der Frühlings-Diskussionsversammlung des SEV über die Frage, ob und wie es möglich sei, die Tatsache der vollzogenen Elektrifizierung der SBB zur Auflockerung, Beschleunigung und Verbesserung des Bahnbetriebes auszunützen, war es gegeben, die SBB, und zwar ihren «Roten Pfeil», soweit er Platz bot, zur Fahrt nach St. Gallen zu benützen. Das Vehikel schneuzte erwartungsgemäss wie der Teufel durch die Ostschweiz und entzückte die Reisenden durch den «elektrifizierten Fahrplan» (ein Begriff, der noch nicht überall anerkannt wird).

Im ehrwürdigen Grossratssaal, den die St. Galler Kantonsregierung freundlich zur Verfügung gestellt hatte, fand unter dem Vorsitz von Herrn Direktor R. A. Schmidt, Präsident des VSE, um 10 Uhr die

44. Generalversammlung des VSE

statt. Uebungsgemäss erwähnen wir an dieser Stelle aus der flüssig geführten Versammlung nur die Vorstandswahlen und verweisen im übrigen auf das Protokoll, das auf Seite 794 zu finden ist. Die Herren R. A. Schmidt und E. Graner nahmen erfreulicherweise eine Wiederwahl als Vorstandsmitglieder an, während leider Herr C. Andreoni zurücktrat. An seine Stelle wurde Herr Ingenieur G. Lorenz, Direktor der Rhätischen Werke für Elektrizität und der Bündner Kraftwerke, Präsident der Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke, gewählt. Zur Freude und grossen Befriedigung aller nahm Herr Schmidt die Wiederwahl zum Präsidenten an. Eine mit grossem Beifall aufgenommene Ueberraschung brachte Herr Huggler, Betriebsleiter des EW Lauterbrunnen, der im Namen der Jungfraubahn und des EW Lauterbrunnen den SEV und den VSE einlud, die nächste Jahresversammlung im schönen Berner Oberland, in Wengen, abzuhalten, was natürlich mit Akklamation angenommen wurde. Schöne, beherzigenswerte Worte zur Verständigung von Schwachstrom und Starkstrom fand Herr Sektionschef Trechsel von der Generaldirektion der PTT, Bern; man lese sie im Protokoll nach. In einer knappen, wohlausgenützten Stunde waren die Geschäfte erledigt und man siedelte in den «Schützengarten» über, wo bereits die Mitglieder des SEV warteten, zum Vortrag von Herrn *E. A. Engler*, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden, über

das Etzelwerk.

Herr Engler, Bauleiter des elektro-mechanischen Teils des Werkes, verstand es ausgezeichnet, sowohl in der Entstehungsgeschichte, als auch in der Projektbeschreibung und der Bauausführung die wesentlichen Punkte herauszuarbeiten. Wir hoffen, den durch herzlichen Beifall verdankten Vortrag im Laufe des Frühlings hier veröffentlichen zu können.

Inzwischen regten sich andere Bedürfnisse, die dann vom Wirt zum «Schützengarten» beim

gemeinsamen Mittagessen des SEV und VSE

im grossen Saal unter den festlichen Weisen des städtischen Orchesters hervorragend befriedigt wurden. Das Bankett fand unter dem Tischmajorat von Herrn Direktor *M. Schiesser*, Präsident des SEV, statt, der die Anwesenden auch im Namen von Herrn Direktor R. A. Schmidt, Präsident des VSE, herzlich begrüsste, besonders die Vertreter der Eidgenössischen, Kantonalen und Städtischen Behörden, nämlich die Herren

Direktor Lusser, Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft,
Sektionschef Trechsel, Generaldirektion der PTT,
Dr. Kobelt, Landammann des Kantons St. Gallen,
Dr. Naegeli, Stadtammann der Stadt St. Gallen,
Stadtrat Hardegger, Vorstand der technischen Betriebe, St. Gallen,

ferner die Vertreter des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, der Elektrowirtschaft, des Verbandes Schweiz. Elektro-Installationsfirmen und der Presse. Er dankte herzlich der Stadt St. Gallen, dem EW St. Gallen und den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken für die Gastfreundschaft und die vorzügliche Durchführung der Jahresversammlung und fuhr etwa folgendermassen fort:

«Es sind jetzt 34 Jahre her, seit der SEV und der VSE in St. Gallen tagten: im Jahre 1902. Damals stand die Ostschweiz mit dem wirtschaftlichen Zentrum St. Gallen in einer ausgesprochenen Blütezeit. Es war die Zeit, da St. Gallen durch seine Stickereiindustrie weltberühmt wurde. Der Export der St. Galler Stickereien brachte der Ostschweiz allgemein grossen Wohlstand. Diese blühende Industrie, auf welche die ganze Schweiz stolz war, ist seither vollständig zusammengebrochen. Grosse Werte gingen damit unter. Aber das St. Galler Volk verlor mit seiner Exportindustrie nicht den lebensbejahenden Optimismus, nicht den wagemutigen Unternehmer- und Geschäftsgeist. Mit bewundernswerter Energie und mit kühnem Mut stellte es sich auf andere Industrien um und heute können schon wieder schöne Erfolge verzeichnet werden. Wir freuen uns darüber herzlich und danken den St. Gallern für dieses Beispiel. Denn in der Tat, sie gaben damit der ganzen Schweiz ein Beispiel: Inzwischen traf nämlich das, was der St. Galler Stickereiindustrie zum Verhängnis wurde, nämlich die Absatzschrumpfung, die ganze Schweizer Exportindustrie. Am Beispiel der St. Galler können wir lernen, wie wir diese tiefe, grundsätzliche Krise überwinden müssen. Wir lebten in den guten Zeiten vom Ruf der schweizerischen Qualitätsarbeit. Heute kann leider unsere Qualitätsarbeit auf dem Weltmarkt kaum mehr lohnend bezahlt werden. Dabei müssen wir uns noch hüten, durch zu strenge Vorschriften die Qualitätsprodukte in Luxusartikel umzuwandeln. Um aus diesen Schwierigkeiten herauszukommen, zeigen uns die St. Galler einen Weg: Wir müssen uns umstellen. Wir müssen zu unseren heutigen Allgemeinprodukten *neue Produkte* schaffen. Um neue Produkte zu schaffen, genügen nicht allein Geistesblitze; es ist nötig, dass selbstlose, wissenschaftliche und technische Forschung mit aller Kraft einsetzt. Wir müssen Ingenieure heranbilden, welche solche Forschungsarbeit leisten können. Alle Kleinlichkeit muss dabei abgestreift werden. Moralisch und materiell müssen wir die Bestrebungen nach diesem Ziel unterstützen. In diesem Frühjahr wurde beschlossen, dem Institut für technische Physik an der Eidg. Techn. Hochschule eine «Abteilung Für Industrielle Forschung» (AFIF) anzugliedern mit dem Zweck, solche Forschungsarbeit, die so nötig ist, für unsere Industrie und unser Land zu leisten. Aus voller Absicht und Ueberlegung bitte ich alle, denen das Wohl unseres Landes am Herzen liegt, der AFIF beizutreten. Es wurden gegen die AFIF Bedenken geäussert. Einen Teil dieser Bedenken anerkenne ich. Den weitaus grössten Teil muss ich aber zurückweisen. Dieser grössere Teil von Bedenken entspringt Vermutungen und Missverständnissen und sind vielfach persönlicher Natur; sie sind meist nebensächlich. Ich bitte Sie, beachten Sie die ganz grosse Idee, welche der AFIF zugrunde liegt und aus der heraus sie ins Leben gerufen wurde. Sehen Sie nur diese Idee, dann vergessen Sie alles Nebensächliche. Denn wenn es gelingt, durch solche Arbeit nur eine einzige neue Industrie zu fördern oder gar neu zu schaffen, dann zieht diese eine ganze Reihe anderer Industrien nach. Man hatte das Glück, im Leiter der AFIF, Herrn Professor Dr. F. Fischer, einen Mann von seltenem Gepräge und Format zu gewinnen, einen selten begabten Forscher, der eine glänzende Position in einem der grössten ausländischen Konzerne verliess, um sich dem Vaterland zur Verfügung zu stellen. Er verdient alle Unterstützung, denn er kann unserer Industrie von unschätzbarem Nutzen sein. Helfen Sie alle mit, die AFIF zu gründen. Geben Sie Vertrauen und nehmen Sie Vertrauen als Grundlage jeder Verständigung und jeden Gelingens. Ich bin von der guten Idee der AFIF so durchdrungen, dass ich heute davon sprechen musste. Wenn wir die Selbstlosigkeit, den Opfermut und den Idealismus nicht mehr aufbrächten, diese Forschungsstätte zu unterstützen, dann müsste uns um die Zukunft unseres Heimatlandes bange werden. Nehmen wir die optimistischen St. Galler als Beispiel!

Ich stosse an aufs Wohl dieser lebendigen, unternehmungsfreudigen, beispielgebenden Stadt und aufs Wohl unserer Industrie, welche den wirtschaftlichen Rückgrat unseres Landes bildet.»

Herr Stadtammann Dr. *Naegeli* antwortete im Namen der Stadt St. Gallen und verdankte die anerkennenden Worte, die Herr Präsident Schiesser an die Adresse der Stadt richtete, aufs herzlichste. Er bedauert, dass unsere Verbände nur alle 34 Jahre nach St. Gallen kommen. Da kann etwas nicht stimmen, denn die Schweiz hat 22 Kantone, oder 25, wenn die Halbkantone mitgerechnet werden, und St. Gallen ist nicht der kleinsten einer. Brauchte es der kühnen, sensationellen Säntisbahn, um den SEV und den VSE nach St. Gallen zu locken?

Die Elektrotechnik und die Elektrowirtschaft haben sich in der Schweiz gewaltig entwickelt. Unser ganzes Land ist stolz auf diese Industrie. Leider ist den Worten des Präsidenten zu entnehmen, dass die Krise sich in ihrer ganzen Schwere auch auf diesen Erwerbszweig gelegt hat. Aber auch diese Industrie wird die Absatzschrumpfung überwinden und sich wieder aufrichten können.

Ein freundlicher Zufall will, dass die St. Galler Jahresversammlung des SEV und VSE gerade in dieses Jahr fällt, in dem der allverehrte Herr Direktor A. Zaruski sein 40jähriges Dienstjubiläum feierte und in den Ruhestand trat. Herr Stadtammann Dr. *Naegeli* benützt diese glückliche Gelegenheit, Herrn Zaruski öffentlich, vor der ganzen schweizerischen Elektrotechnikerschaft, den herzlichen Dank der Stadt St. Gallen für sein treues, langjähriges, erfolgreiches Wirken im Dienste dieser Stadt auszusprechen. Brausender Beifall der ganzen Tafelrunde zeigte Herrn Direktor Zaruski, wie allgemein und wie herzlich die Sympathien sind, die er bei seinen Kollegen der ganzen Schweiz geniesst.

Herr Stadtammann Dr. *Naegeli* liess im Anschluss an seine Tischrede jedem Anwesenden eine sehr schöne, moderne St. Galler Stickerei überreichen, die überall grosse Freude machen wird, besonders wohl bei den werten Gemahlinnen, die diesmal zu Hause bleiben mussten. Ferner dedizierte die Firma Suhner in Herisau eine hübsche Dose aus Pressmaterial, gefüllt mit einer andern St. Galler, bzw. Appenzeller Spezialität, nämlich leckern Biberli der bekannten Konditorei Hofstetter in Herisau.

Herr Präsident Schiesser verdankte diese schönen Geschenke angelegentlich.

Herr Dr. *Kobelt*, Landammann des Kantons St. Gallen, sprach im Namen des Kantons. Er fühlt sich in unserem Kreis daheim, weil er sowohl mit dem SEV als auch mit dem VSE seit vielen Jahren kraft seiner früheren Stellung als Sektionschef beim Eidg. Amt für Wasserwirtschaft eng und herzlich verbunden ist. Der SEV ist bescheidener geworden: Bei früheren Gelegenheiten liess er die Damen an seinen Versammlungen teilnehmen; heute kamen nur die Männer nach St. Gallen. Aber auch Herr Dr. Kobelt ist, wie er sagte, bescheidener geworden: Früher vertrat er an unsern Versammlungen den hohen Bundesrat, heute bringt er nur die Grüsse der Kantonsregierung. Der Kanton St. Gallen rangiert an viertletzter Stelle in der Bedeutung der Wasserkräfte der 25 Kantone. Dafür gibt es hier sehr viele Wildbäche, die nicht zur Abgabe von Arbeit ausgebaut werden können, sondern ab und zu das Land verwüsten. Der Kanton wünscht daher, dass das gesamte Wasserbau- und Wasserwirtschaftswesen auf freundeidgenössischem, nicht kantonalem Boden geregelt werde. Von jeher trachtete der SEV und der VSE nach gesamtschweizerischen Lösungen und setzte das gesamtschweizerische Interesse in den Vordergrund. Dazu gehört allerdings auch die Landesverteidigung, welche der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft neue Verantwortung auferlegt und ihr noch manches Problem zu lösen geben wird. Die

Elektrizitätsindustrie soll nicht verstaatlicht werden. Volk und Regierung dürfen die Regelung der Energiewirtschaft vertrauensvoll den Verwaltungen der Werke überlassen, welche das gesamtschweizerische Wohl stets über ihre kaufmännische Wohlfahrt gestellt haben. Die Werke werden ihre hohe Aufgabe nicht nur in Zeiten des Friedens, sondern auch in Zeiten des Krieges erfüllen.

Herr Direktor *R. A. Schmidt*, Präsident des VSE, schliesst sich dem Gruss des Präsidenten des SEV an St. Gallen an und dankt vor allem Herrn Landammann Dr. Kobelt für seine temperamentvollen vaterländischen Ausführungen. Die Werke gehen mit Herrn Dr. Kobelt einig; sie sind keine Etatisten. Ihre Tätigkeit gilt dem Wohl des Landes. Sie sind sich bewusst, dass in Kriegszeiten die Elektrizität eine ungleich grössere Rolle spielt als im Frieden, denn alle jene, die im Frieden Oel für Motoren und Kohle für Gas aus dem Ausland beziehen, werden in Kriegszeiten nach Elektrizität rufen. Es ist daher unbegreiflich, dass manche Behörden nicht mehr bestrebt sind, schon im Frieden der Elektrizität den Platz einzuräumen, der ihr zukommt.

(Leider können wir diese Reden, in denen so wichtige Fragen angeschnitten wurden, hier nur in sehr kurzer Form wiedergeben.)

Um 15 Uhr rief die präsidiale Glocke die Mitglieder zur

51. Generalversammlung des SEV

in den Frohsinn-Saal des «Schützengartens». Die Generalversammlungsgeschäfte sind in der Regel recht trocken. Der Vorsitzende verstand es aber, ihnen durch ein einführendes Wort und durch gelegentliche Injektionen das nötige Gewicht zu geben, handelt es sich doch dabei um Betriebsabrechnungen von zusammen gegen eine Million Franken. Erfreulicherweise gaben die Vorstandswahlen zu keinen grössern Aktionen Anlass, indem die Herren Jahn, Dir. Payot und Dir. Pronier, deren Amtszeit abgelaufen war, alle wiedergewählt wurden und zur allgemeinen Befriedigung die Wiederwahl annahmen. Der Höhepunkt der Versammlung war aber die Ernennung unseres Herrn Zaruski, des hochverdienten, vielfachen Förderers des SEV und des VSE, des treuen, selbstlosen Mitgliedes und früheren Präsidenten des SEV und des VSE, zum Ehrenmitglied des SEV. Niemand als Herr Direktor Dubochet, der dieses Jahr von den Ehrenmitgliedern an der Generalversammlung allein anwesend war, konnte der allgemeinen Freude über diese Ehrung besser Ausdruck geben und er tat es mit grosser Herzlichkeit. Der



Phot. Wider.

Fig. 2.
Von links nach rechts die Herren:
Dudler (Laufenburg), Zaruski, Nissen und Stiefel.

Text der Rede ist im Protokoll, Seite 791, zu finden. Dann kam noch der Akt der Festsetzung des nächstjährigen Versammlungsortes. Herr Huggler, Lauterbrunnen, überbrachte in unverfälschtem Oberländerditsch auch dem SEV die Einladung nach Wengen, die er am Vormittag an den VSE richtete; unter grossem Beifall wurde selbstverständlich beschlossen, nächstes Jahr im Berner Oberland zu tagen. Erwähnt sei auch der wohlverdiente präsidiale Dank, der Herrn J. E. Weber, Generalsekretär der A.-G. Brown, Boveri & Cie., zuteil wurde für seine hingebenden Bemühungen, um junge Ingenieure und Techniker als Stagiaires im Ausland zu placieren auf Grund des letztes Jahr auf dem Gornergrat gefassten Beschlusses. Wir möchten auch an dieser Stelle an alle Unternehmungen wiederholt einen warmen Appell richten, bei dieser schönen Aktion verständnisvoll mitzuwirken,



Phot. Wider.

Fig. 3.
Die Säntis-Schwebebahn.
Waagrechte Länge 1892 m, schiefgemessene Länge 2210 m. Höhendifferenz zwischen Gipfelstation und Talstation Schwägalp (1350 m ü. M.) 1140 m. Zwei Kabinen zu 35 Personen. Fahrzeit 12 Minuten (4 m/s). Betriebseröffnung am 31. Juli 1935.

wenn Herr Weber oder das Generalsekretariat des SEV und des VSE allenfalls mit der Bitte an sie herantreten, einen ausländischen Stagiaire aufzunehmen.

Der Rest des strahlenden Sommertages wurde zu

Exkursionen

benützt. Eine schöne Zahl der Gäste wollte sich nicht versagen, das grosse *Dieselkraftwerk* der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G. im *Kubel* zu besichtigen, das zweifellos vom technischen und vor allem vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sehr grosses Interesse beanspruchen darf. Die Verhältnisse, die zum Bau des Werkes führten, wurden von Herrn Direktor Dr. Elser überzeugend geschildert, während Herr Betriebsleiter Hohl die technische Seite eingehend erklärte. Die gewaltigen Maschinen wurden natürlich auch in Betrieb gesetzt, denn man sieht eine Maschine ja erst, wenn sie läuft. Der Kubel ist überhaupt ein sehr hübsches Werk. Neben der modernen Dieselanlage steht an der Sitter der alte Kubel, ein Wasserkraftwerk, das schon drei Dutzend Jahre lang läuft. Das Ganze liegt in einer tiefen Schlucht, die hoch oben in kühnem Bogen vom Viadukt der Bodensee-Toggenburg-Bahn überspannt wird. Ein kräftiger Zabig, von liebenswürdiger Hand serviert, stärkte das corpus und löschte den Durst.

Eine andere Besichtigung galt der wundervollen, berühmten *Stiftsbibliothek* und der Kathedrale. Wer aber dem Tur-

binengesumm und dem Dieselmotorengestampf oder auch der edlen, heiligen Stille einer uralten Bibliothek entrinnen wollte, der ging nach dem Aussichtspunkt und Wildpark *Peter und Paul* oder nach *Vögelinsegg*, allwo sich der Blick auftat über die herrliche Bodenseegegend und zum Alpstein hinüber.

Gegen Abend musste das Programm wieder konsultiert werden; man fand da Abendzüge nach Richtung Zürich und Richtung Rorschach. Diese Züge wurden vom SEV schwach belastet, denn wenn die St. Galler eine

Abendunterhaltung

ansagen, so reist man nicht vorher ab und man wird das Bleiben auch nie bereuen. Zunächst gab es im Hotel Schiff neu, sonst wäre Herr Leuch, trotz seiner hohen, seltenen Qualitäten, kaum Direktor des EW St. Gallen geworden.

Man kann sich lebhaft vorstellen, dass nach soviel Anregung der Nachtwächter taube Ohren fand. Als er zu aufdringlich wurde, warfen ihn Stadtväter, die bei uns waren, eigenhändig hinaus. Schliesslich kam man doch nicht drum herum, sich einige Stunden aufs Ohr zu legen. Auf dem Heimweg gab es einige hübsche Stimmungsbilder. An den wichtigen Strassenkreuzungen, die sonst bei Nacht todverlassen sind, war heute Leben: strenge Wachtposten des Touringklubs sorgten für Einhaltung der Streikparole, auf die sich die Automobilisten am Sonntag verpflichteten, was den Heimkehrenden ins Bewusstsein rief, dass der neue Tag angebrochen war.

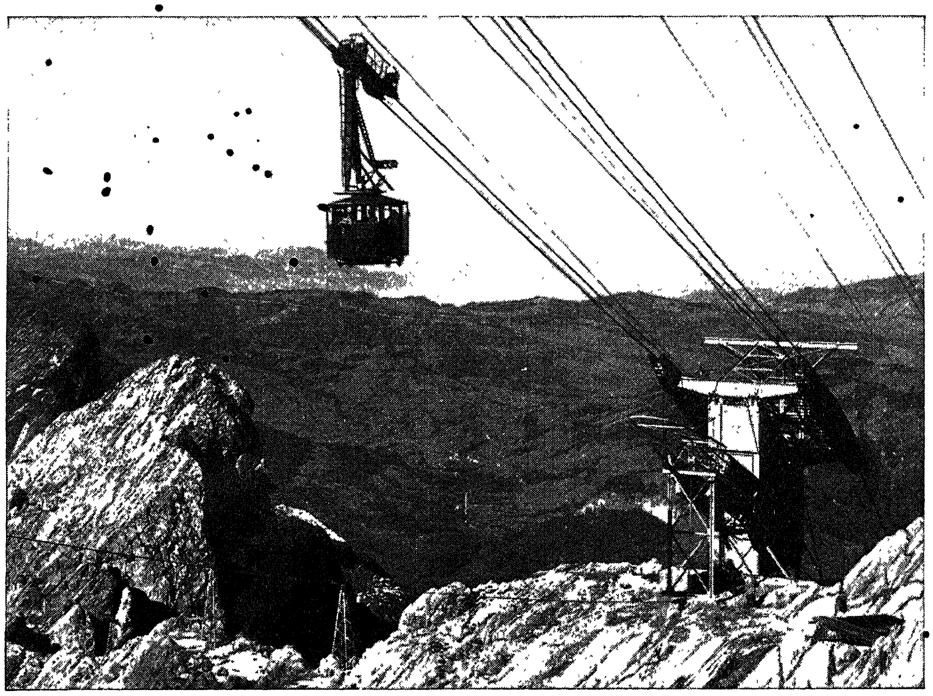


Fig. 4.
Kabine der Säntis-Bahn über «Tierwies».
Rechts: Stütze 3, mit Haltestelle (Klapp-Perrons).
Die Station wird normalerweise mit voller Geschwindigkeit überfahren.

eine währschafte St. Galler Bratwurst, die auch das Jahr über in der ganzen Schweiz als Leckerbissen hochgeschätzt wird (die Bratwurstfabrikation ist keine der neuen St. Galler Industrien, von denen Herr Präsident Schiesser sprach, sondern ein Gericht, das durch jahrhundertealte Tradition immer besser und besser wurde und am Abend des 4. Juli zweifellos am besten war). Dann setzte sich Herr Stadtrat Hardegger in Aktion und leitete den ganzen Abend lang in witzsprühender Conférence von Produktion zu Produktion über. Zunächst trat da neben dem schon lobend erwähnten Stadtorchester ein Ernst Heusser aus Appenzell auf. Wenn die St. Galler einen Appenzeller holen, so weiss man warum: Dieser Heusser brachte nämlich Appenzeller-Witze und -Geschichten in einer Virtuosität, die allein eine Generalversammlung wert war. Im übrigen wäre punkto Appenzeller-Witze etwa dasselbe zu sagen, was über die St. Galler Bratwürste in der Klammer steht. Besonders feine Darbietungen waren dem Männerchor zu verdanken, der eine Reihe hübscher Lieder in seltener Präzision und Einfühlung vortrug. Schliesslich müssen wir noch die beiden «Angestellten des EW St. Gallen» (Filiale Pritschli!) erwähnen, die Tänze und phantastische Schlangenmenschproduktionen lieferten. Der erwähnte Conférencier, der für das EW St. Gallen ja zuständig ist, stellte in Aussicht, dass jeder der Anwesenden, der das nachmache, beim EW St. Gallen sofort ebenfalls angestellt werde. Diese Anstellungsbedingung ist offenbar ganz

Dieser Sonntag brachte uns ein ganz besonderes Erlebnis: die

Fahrt auf den Säntis

mit der neuen, kühnen Schwebebahn. Da dieser Ausflug als inoffiziell galt, sei hier auch nicht weiter darauf eingegangen. Nur eines möchten wir hier festhalten: Wer noch nie auf den Säntis gefahren ist, der soll es am ersten schönen Sonntag tun; er wird es nicht bereuen, besonders wenn er einen Tag mit noch klarerer Fernsicht und etwas weniger Nebel erwischt, als wie wir hatten.

Und nun danken wir nochmals allen, die uns in St. Gallen so grosszügig und herzlich empfangen haben, der Stadt und dem EW St. Gallen und den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken. *Br.*

Association Suisse des Electriciens (ASE).

Procès-verbal
de la 51[e] assemblée générale ordinaire de l'ASE, samedi 4 juillet 1936 à St-Gall.

M. Schiesser, président, ouvre la séance à 15 h 10. Il souhaite la bienvenue aux participants dans la sympathique métropole de la Suisse orientale, dont il remercie les autorités pour leur aimable invitation et leur accueil cordial.

Le *Président* rappelle ensuite la mémoire des 22 membres de l'ASE, ou chefs d'entreprises membres de l'ASE, décédés depuis la dernière assemblée générale; ce sont Messieurs

Dr *K. Sulzberger*, membre du comité de l'ASE pendant de longues années, président de la commission des normes, créateur de la marque de qualité, ainsi que de la commission des travaux à l'oscillographe cathodique;

E. Zikeli, directeur de l'«Azienda elettrica consorziale della Città di Bolzano-Merano»;

W. Zammit, sous-directeur de la «Cia Sevillana Electricitada, Sevilla;

E. Glaser-Dürring, associé de la maison Moser, Glaser & Cie, Bâle;

Ed. Koller, propriétaire d'une entreprise d'installations électriques à St-Moritz;

Albert Martin, ingénieur, Genève;

J. J. Leemann, ing., ancien directeur du Service électrique et des tramways de Winterthour;

F. Robert-Charrue, directeur commercial des Services industriels du Locle;

Alex. Arnd, ingénieur, Zurich;

Ant. Roche, ingénieur en chef de la Cie Genevoise des Tramways Electriques, Genève;

E. Weber-Dittli, propriétaire de la maison E. Weber, fabrique de matériel électrique, Lucerne;

S. Meyer, ingénieur, Lucerne;

René Couchepin, ingénieur, Lausanne;

E. Boder, chef d'exploitation du Service électrique d'Olten;

Aug. Ritter, ancien adjoint d'arrondissement postal, Zurich;

J. Weissenbach, ing. des Ateliers de Construction Oerlikon, Zurich;

M. Zobrist, ing., chef d'exploitation de la fabrique de ciment de Tourah, Egypte;

J. Winkler, chef d'exploitation du Service électrique de Buchs;

Anthelme Boucher, ing., membre-fondateur de l'ASE, Prilly;

H. Hurter, ing., propriétaire d'une entreprise d'installations électriques à Bâle;

E. Rial, électrotechnicien, Lausanne;

Dr *M. Dummermuth*, chef de section à la Division pour l'électrification des CFF, Berne.

L'assemblée se lève pour honorer leur mémoire.

Avant de passer à l'ordre du jour, le *Président* remarque que si, l'année dernière au Gornergrat, il a dû mener la partie administrative de l'assemblée générale d'une façon un peu expéditive, et s'il a l'intention de ne pas allonger inutilement aujourd'hui non plus, l'assemblée n'a pas moins le droit — comme le devoir d'ailleurs — de ne laisser passer aucun point délicat ou insuffisamment détaillé sans demander les explications nécessaires. Le Comité et le Secrétariat général, qui voient peut-être les affaires de trop près, c'est-à-dire trop exclusivement au dedans, ne demandent pas mieux que de donner aux questions éventuelles, posées du dehors, les réponses qui s'imposent et qu'un budget d'un million environ, bien qu'établi avec toute l'objectivité et la conscience voulues, peut légitimement susciter. Il nous faut éviter de réduire l'assemblée générale à une simple formalité de vote tacite.

Sur ce, l'assemblée passe à l'ordre du jour.

1° Nomination de deux scrutateurs.

Sont élus MM. Jéquier (Cortaillod) et Traber (Zurich).

2° Procès-verbal de la 50e assemblée générale.

Le procès-verbal de la 50e assemblée générale, du 8 septembre 1935 à Zermatt (voir Bull. 1935, No. 26, p. 767), est adopté sans discussion.

3° Rapport 1935 du Comité; comptes de l'Association, des fonds et de l'immeuble pour 1935.

a) Au vu du rapport des vérificateurs des comptes (p. 338)[1]), l'assemblée adopte le compte de l'ASE pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (p. 319), les comptes du fonds de la commission d'études et du fonds Denzler, le compte d'exploitation de l'immeuble pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (p. 320), de même que le rapport du comité sur l'année 1935 (p. 316), en donnant décharge au comité.

b) Conformément à la proposition du comité, l'excédent de recettes de fr. 918.42 est utilisé comme suit:

fr. 500.— sont versés au compte capital et fr. 418.42 reportés à compte nouveau.

c) Conformément à la proposition du comité, l'excédent de recettes du compte de l'immeuble, soit fr. 1937.52 est reporté à compte nouveau.

Le *Président* exprime aux vérificateurs des comptes les remerciements de l'ASE.

4° Institutions de contrôle de l'ASE: approbation du rapport sur l'année 1935; compte 1935; fonds de prévoyance du personnel.

a) Au vu du rapport des vérificateurs des comptes (p. 332), l'assemblée adopte le compte d'exploitation pour l'année 1935 (p. 328), le bilan au 31 décembre 1935 (p. 329), ainsi que le rapport des Institutions de contrôle de l'ASE pour 1935 (p. 321), en donnant décharge à la commission d'administration.

b) Conformément à la proposition de la commission d'administration, l'excédent de recettes de fr. 481.45 est versé au capital d'exploitation des Institutions de contrôle.

c) Il est pris connaissance du compte du fonds de prévoyance du personnel des Institutions de contrôle.

Le *Président* adresse à l'assemblée un pressant appel en faveur de la marque de qualité de l'ASE, de la Station d'essai des matériaux et de la Station d'étalonnage de l'ASE.

5° Cotisations.

L'assemblée décide que les cotisations des sociétaires pour l'année 1937 seront les mêmes qu'en 1936, soit:

					fr.
I. Membres individuels					18.—
II. Membres étudiants					10.—
III. Membres collectifs avec un capital					
		fr.		fr.	
	de	0	à	50 000.—	30.—
	»	50 001.—	à	200 000.—	45.—
	»	200 001.—	à	500 000.—	70.—
	»	500 001.—	à	1 000 000.—	100.—
	»	1 000 001.—	à	2 500 000.—	140.—
	»	2 500 001.—	à	6 000 000.—	200.—
	»	6 000 001.—	à	12 000 000.—	300.—
	de plus		de	12 000 000.—	400.—

6° Budgets de l'ASE et de l'immeuble pour 1937.

Le budget de l'ASE (p. 319) et celui de l'immeuble (p. 320) pour l'année 1937 sont adoptés.

---

[1]) Les chiffres entre parenthèses désignent les pages du Bulletin 1936, No. 12.

7° Budget des Institutions de contrôle pour 1937.

Le budget des Institutions de contrôle de l'ASE pour 1937). 328) est adopté.

8° Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS: rapport et compte de l'exercice 1935.

L'assemblée prend connaissance du rapport du secrétariat néral de l'ASE et de l'UCS sur l'exercice 1935 (p. 332) et 1 compte 1935 (p. 337), adoptés l'un et l'autre par la commission d'administration.

Le *Président* rend hommage au «Bulletin», organe de ›tre Association, dont l'excellente rédaction est appréciée près comme au loin et remercie ceux à qui en revient le érite. Il prie ensuite les acheteurs de favoriser avant tout s maisons qui font paraître des annonces au Bulletin, et les ndeurs de faire usage de plus en plus de ce mode de blicité.

9° Budget du secrétariat général pour 1937.

L'assemblée prend connaissance du budget du secrétariat néral pour l'année 1937 (p. 337), approuvé par la commission d'administration.

)° Rapport du Comité Electrotechnique Suisse (CES) sur l'exercice 1935.

L'assemblée prend connaissance du rapport du Comité ectrotechnique Suisse sur l'exercice 1935 (p. 330).

° Rapport et compte de la Commission de corrosion relatifs à l'exercice 1935 et budget pour 1937.

L'assemblée prend connaissance du rapport de la Comssion de corrosion (p. 339) et des comptes de l'année 1935 . 341), ainsi que du budget pour 1937 (p. 341).

Le *Président* invite tous ceux qui auraient découvert des intéressants de corrosion, électrolytique, chimique ou tre, à les signaler à l'Office de contrôle de la Commission corrosion, et à faire appel à cet Office pour les recherches ns ce domaine.

12° Rapport et compte du Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) relatifs à l'exercice 1935 et budget pour 1936.

L'assemblée prend connaissance du rapport du Comité isse de l'Eclairage sur l'année 1935 (p. 337), ainsi que du mpte 1935 et du budget 1936 (p. 339).

Le *Président* adresse au nom de l'ASE ses vifs remercie›nts à tous les membres qui ont soutenu les efforts de tre Association au cours de l'exercice écoulé, en particulier présidents et les membres des diverses commissions de SE et de l'UCS, les délégués de la commission d'adminisıtion aux Institutions de contrôle, les ingénieurs en chef ces dernières, ainsi que le secrétaire général et le pernnel tout entier.

13° Nominations statutaires.

a) Election de trois membres du Comité.

Conformément à l'article 14 des statuts, le mandat expire 1936 pour Messieurs

K. Jahn, secrétaire technique de l'USIE, Zurich,

E. Payot, directeur de la Société suisse pour l'industrie électrique, Bâle,

J. Pronier, directeur du Service électrique de Genève.

Tous trois sont réélus par acclamation.

Le *Président* attire l'attention de l'assemblée sur l'art. 14 s statuts, qui précise que l'élection des membres du comité it avoir lieu au scrutin secret. Or, jusqu'à présent, on s'est contenté le plus souvent de voter à mains levées. Il semble donc logique de modifier l'art. 14 pour qu'il laisse ouverte cette dernière possibilité.

L'assemblée est d'accord qu'un nouveau texte de l'art. 14, modifié dans ce sens, soit présenté à la prochaine assemblée générale de l'ASE.

Le *Président* rappelle ensuite que la dernière assemblée générale de l'ASE avait élu un 11[e] membre au comité. Or, le décès de M. K. Sulzberger a ramené à 10 le nombre des membres du comité et ce dernier propose à l'assemblée de renoncer pour l'instant à combler le siège vide, étant donné que le comité de l'UCS ne compte actuellement, lui aussi, que 10 membres, de sorte que la parité entre les deux comités se trouve rétablie.

L'assemblée acquiesce tacitement à cette proposition.

b) Election de deux vérificateurs des comptes et de deux suppléants.

Messieurs Meyfarth, Genève, et Misslin, Zurich, vérificateurs actuels, ainsi que MM. Abrezol, Lausanne, et Howald, Winterthour, leurs suppléants, voulant bien demeurer à la disposition de l'ASE, l'assemblée les réélit à l'unanimité, conformément à la proposition du comité.

14° Lieu de la prochaine assemblée générale ordinaire.

M. *Huggler*, Lauterbrunnen, invite au nom du chemin de fer de la Jungfrau et du Service électrique de Lauterbrunnen l'ASE à tenir son assemblée générale ordinaire de l'année prochaine à Wengen, dans l'Oberland bernois.

Cette invitation est accueillie par les applaudissements de l'assemblée.

Le *Président* remercie M. Huggler de son invitation, qu'il accepte au nom de l'ASE; les comités de l'ASE et de l'UCS s'occuperont ensemble du programme de leurs assemblées.

15° Nomination d'un membre honoraire.

Le *Président* informe l'assemblée que le comité propose de nommer M. Zaruski membre honoraire de l'ASE, en reconnaissance des services éminents qu'il a rendus à notre Association (vifs applaudissements). L'orateur exprime l'espoir que M. Zaruski continuera à mettre sa grande expérience au service de l'ASE, bien qu'il se retire aujourd'hui de la vie active, après avoir présidé pendant 40 ans aux destinées du Service électrique de la ville de St-Gall. M. Zaruski a été président de l'UCS de 1906 à 1911 et président de l'ASE en 1933. En outre, l'ASE lui doit une profonde reconnaissance pour son activité féconde à la tête de la commission des installations intérieures et comme délégué de la commission d'administration à l'Inspectorat des installations à courant fort.

L'assemblée manifete par de long applaudissements son entier accord avec la proposition du comité.

M. *Dubochet*, membre honoraire de l'ASE, désireux de s'associer chaudement aux paroles du Président, le fait dans les termes suivants:

Monsieur le Président, Madame, Mademoiselle, Messieurs, et vous vieil ami Zaruski!

Il y a 34 ans, nous étions réunis pour la première fois dans cette belle ville de St-Gall, reçus alors déjà par notre ami Zaruski, à qui la présidence de l'UCS fut confiée quatre ans plus tard, en 1906, poste qu'il occupa avec distinction jusqu'en 1911, où j'eus l'honneur de lui succéder, lors des assemblées de Genève, il y a de cela 25 ans! Je suis donc bien placé, moi depuis longtemps l'un de vos doyens, pour apporter à notre vieil et fidèle ami Zaruski le salut cordial de tous les membres honoraires de l'ASE. C'est pour moi un honneur et un très grand plaisir de m'acquitter de cette

mission. Tous les absents regrettent de ne pouvoir dire leur joie au héros du jour. 40 années passées à la tête du Service électrique et des Tramways de la ville de St-Gall, cela représente une somme de dévouement et d'expérience au service de notre économie électrique qui fait que vous avez, cher ami Zaruski, bien mérité de la Patrie en général et de l'ASE en particulier. Au nom de tous les électriciens et de vos nombreux amis je vous dis: vous avez aujourd'hui la récompense d'un travail fécond et le couronnement d'une belle carrière; soyez heureux et demeurez, longtemps encore, aussi jeune qu'il y a 34 ans! (vifs applaudissements).

Le *Président* remercie M. Dubochet des paroles empreintes de franche cordialité qu'il vient d'adresser au nouveau membre honoraire de l'ASE.

M. *Zaruski* remercie l'assemblée de l'honneur qu'elle lui témoigne et M. Dubochet de son émouvante adresse.

16° Divers.

Aucune proposition émanant de membres de l'ASE n'est parvenue au comité.

Le *Président* rappelle la proposition présentée à l'assemblée générale de l'ASE, à Lugano en 1933, par M. Meyer, de Schuls (Grisons), au sujet de la révision des taxes d'abonnement des Institutions de contrôle et annonce que le comité de l'ASE va s'occuper de cette question dès l'achèvement de la nouvelle statistique des centrales d'électricité. Il espère qu'une nouvelle proposition relative aux taxes d'abonnement pourra dès lors être soumise à la prochaine assemblée générale.

Le *Président* rappelle enfin les paroles prononcées au Gornergrat, lors de la dernière assemblée générale de l'ASE, par M. Weber, de Baden, au sujet du placement à l'étranger de jeunes gens sortis de l'Ecole polytechnique et des technicums suisses, et renseigne l'assemblée sur les efforts conjugés de M. Weber et du secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, pour suivis depuis lors. Bien que les résultats obtenus jusqu'ici soient plutôt modestes, eu égard aux difficultés à vaincre, on espère toutefois pouvoir placer prochainement un certain nombre de jeunes stagiaires suisses à l'étranger.

Après avoir remercié l'assistance, le *Président* clôt l'assemblée générale à 16 h.

Le président:
(sig.) *M. Schiesser.*

Les secrétaires:
(sig.) *M. Baumann.*
(sig.) *H. Bourquin.*

Union des Centrales Suisses d'électricité.

Procès-verbal

de la 44e assemblée générale ordinaire de l'UCS samedi 4 juillet 1936 à St-Gall.

M. Schmidt, président, déclare l'assemblée ouverte à 10 h 10. Il remercie tout d'abord nos amis de St-Gall de leur cordiale réception, propre à donner à l'assemblée d'aujourd'hui le caractère de franche intimité qu'on aime à y trouver.

Le *Président* salue tout spécialement la présence du Dr Kobelt, landamann, qui nous tient de près par son activité dans le domaine des forces hydrauliques, et à qui nous devons de siéger dans la salle du Grand-Conseil du canton de St-Gall. Le salut du président va ensuite à la ville de St-Gall, représentée par le Dr Abegg, à MM. Zaruski, directeur du service électrique de la ville et Dr Elser, directeur des St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke, qui se sont dépensés pour organiser ces journées, à M. Schiesser, président de l'ASE et à M. Dubochet, ancien président de l'UCS et membre honoraire de l'ASE, à M. Trechsel, délégué de la Direction générale des PTT. MM. Burri de la Société pour la diffusion de l'énergie électrique en Suisse et Härry de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, de même que les représentants de la presse, sont également salués parmi l'assistance.

Le *Président* adresse ensuite les félicitations de l'UCS aux nouveaux titulaires de quelques postes importants d'entreprises électriques du pays: MM. Moll, administrateur-délégué et Dutoit, directeur de la nouvelle Société Aare-Tessin à Olten, M. Abrezol, directeur de la Cie Vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe à Lausanne, M. Leuch, directeur du Service de l'électricité de la Ville de St-Gall. Il adresse enfin une pensée de reconnaissance aux prédécesseurs immédiats de ces deux derniers, MM. Nicole et Zaruski, qui sortent de charge en bonne santé et à qui il souhaite un repos plein de bonheur, car ils ont bien mérité tous deux de l'UCS. M. Nicole a été longtemps membre de son Comité et M. Zaruski l'a présidée de 1906 à 1911.

Le *Président* rappelle ensuite la mémoire des personnes décédées au cours de l'année dernière et auxquelles l'UCS est redevable des services qu'elles rendirent à l'économie électrique du pays:

Dr *K. Sulzberger,* dont la féconde activité à la tête de la commission des normes de l'ASE et de l'UCS, ainsi que de la commission des travaux à l'oscillographe cathodique, fut toujours orientée en faveur de l'intérêt bien compris des centrales d'électricité;

J. J. Leemann, ingénieur, ancien directeur du Service électrique et des tramways de Winterthour;

F. Robert-Charrue, directeur commercial des Services industriels du Locle;

E. Boder, chef d'exploitation du Service électrique d'Olten;

J. Winkler, chef d'exploitation du Service électrique de Buchs.

L'assemblée se lève en mémoire des défunts, puis passe à l'ordre du jour.

1° Nomination de deux scrutateurs.

Sont élus MM. Vittoz, Lausanne, et Pfister, Soleure.

2° Procès-verbal de la 43e assemblée générale.

Le procès-verbal de la 43e assemblée générale, du 7 septembre 1935 à Zermatt (voir Bull. 1935, No. 26, p. 769), est adopté sans discussion.

3° Rapports 1935 du Comité et de la Section des achats.

Le rapport du Comité UCS (p. 343) [1]) et le rapport de la Section des achats (p. 346) sur l'exercice 1935 sont approuvés.

4° Compte de l'UCS.

Au vu du rapport des vérificateurs des comptes (p. 348), l'assemblée adopte le compte de l'UCS pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (p. 346 et 347), en donnant décharge au comité.

5° Compte de la Section des achats.

Au vu du rapport des vérificateurs des comptes (p. 348) et sur la proposition du comité, l'assemblée

a) adopte le compte de la Section des achats pour 1935 et le bilan au 31 décembre 1935 (p. 347), en donnant décharge au Comité;

b) décide de couvrir l'excédent de dépenses (fr. 5161.86) par un prélèvement de fr. 5000.— sur les réserves et de reporter fr. 161.86 à compte nouveau.

[1]) Les chiffres entre parenthèses désignent les pages du Bulletin 1936, No. 12.

6° Cotisations.

Les cotisations des sociétaires pour l'année 1937 seront les mêmes qu'en 1936, soit:

pour les sociétaires avec un capital

	fr.	fr.	fr.
	de 0 à	50 000.—	30.—
de	50 001.— à	200 000.—	60.—
»	200 001.— à	500 000.—	120.—
»	500 001.— à	1 000 000.—	200.—
»	1 000 001.— à	2 500 000.—	300.—
»	2 500 001.— à	6 000 000.—	500.—
»	6 000 001.— à	12 000 000.—	800.—
	de plus de	12 000 000.—	1300.—

7° Budget de l'UCS.

Le budget de l'UCS pour 1937 (p. 346) est approuvé.

8° Budget de la Section des achats.

Le budget de la Section des achats pour 1937 (p. 347) est approuvé.

9° Rapport et compte du secrétariat général.

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et du compte du secrétariat général pour l'année 1935 (p. 332), approuvés par la commission d'administration.

10° Budget du Secrétariat général.

L'assemblée générale prend connaissance du budget du secrétariat général pour 1937 (p. 337), approuvé par la commission d'administration.

11° Comité Suisse de l'Eclairage (CSE).

L'assemblée générale prend connaissance du rapport et du compte du CSE pour l'année 1935, ainsi que du budget pour 1936 (p. 337).

12° Nominations statutaires.

a) Nomination de trois membres du Comité.

Conformément à l'article 15 des statuts, le mandat expire fin 1936 pour Messieurs

R. A. Schmidt, Lausanne;
C. Andreoni, Lugano;
E. Graner, St-Imier.

MM. Schmidt et Graner, qui veulent bien rester à disposition de l'UCS si l'assemblée générale fait appel à leurs services, sont réélus par acclamation.

M. *Schmidt* remercie au nom de M. Graner et de lui-même pour cette marque d'estime, puis annonce que M. Andreoni, très absorbé par ses occupations professionnelles et obligé de ménager sa santé, décline malheureusement toute réélection. Après avoir remercié le démissionnaire au nom de l'UCS, le Président soumet à l'assemblée la proposition du Comité de donner un successeur à M. Andreoni en la personne de M. *G. Lorenz*, directeur des «Rhätische Werke für Elektrizität» et de la S. A. «Bündner Kraftwerke» à Thusis, qui occupe en outre la présidence de la Caisse de pensions des Centrales Suisses d'Electricité.

M. Lorenz est élu à l'unanimité membre du Comité de l'UCS en remplacement de M. Andreoni, démissionnaire.

b) Nomination du Président.

M. *R. A. Schmidt* est réélu par acclamation à la présidence de l'UCS.

c) Nomination de deux vérificateurs des comptes et de deux suppléants.

L'assemblée générale se rallie aux propositions du Comité, en réélisant M. P. Corboz, Sion, comme vérificateur des comptes et M. L. Mercanton, Clarens, comme suppléant, et en nommant à la place de M. G. Lorenz, qui passe au comité, M. A. Meyer, Baden, jusqu'ici suppléant, qui devient second vérificateur des comptes. Un nouveau suppléant est nommé en la personne de M. Buess, directeur de l'Electra Baselland, à Liestal.

13° Lieu de la prochaine assemblée générale ordinaire.

M. *Huggler*, Lauterbrunnen, apporte à l'assemblée le salut de M. Liechti, directeur du chemin de fer de la Jungfrau, qui invite l'UCS et l'ASE, au nom de sa propre compagnie et du Service électrique de Lauterbrunnen, à tenir l'année prochaine leurs assemblées générales ordinaires dans l'Oberland bernois, à Wengen, où l'hôtellerie dispose de locaux spacieux qui conviennent à de telles réunions. L'orateur s'excuse de ne pas pouvoir promettre la visite de grandes centrales d'électricité; mais en revanche les organisateurs mettront sur pied un programme d'excursions qui compensera cette lacune.

Le *Président* remercie sincèrement M. Huggler de son aimable message, accueilli par les applaudissements de l'assistance. L'Assemblée accepte avec reconnaissance l'invitation qu'on vient d'entendre et le Comité présentera en temps voulu un programme détaillé.

14° Divers: propositions des membres.

Le *Président* fait appel aux centrales d'électricité pour qu'elles n'emploient que du matériel muni de la marque de qualité de l'ASE, marquant ainsi leur solidarité à l'égard des maisons sérieuses qui fabriquent du matériel irréprochable. La section des achats de l'UCS mérite aussi d'être soutenue par les grandes centrales, car elle accomplit un gros effort pour fournir, notamment aux petits clients, le matériel dont ils ont besoin à des prix abordables. L'orateur demande ensuite avec insistance aux membres de l'UCS de bien vouloir se conformer aux circulaires du secrétariat et de faire corps pour lutter efficacement contre la concurrence qui nous menace de divers côtés. Un appel est adressé ensuite en faveur du Bulletin, qui accueille avec reconnaissance les communications brèves et originales émanant des centrales. On est prié d'accorder aussi toute l'attention voulue à la partie réclame, de favoriser les fournisseurs qui insèrent au Bulletin et d'engager ceux qui ne le font pas encore à user de cette possibilité. L'orateur annonce enfin que la Société pour la diffusion de l'énergie électrique en Suisse («Elektrowirtschaft») prépare une semaine de propagande qui coïncidera avec la «semaine suisse» dans le courant de l'automne, et attire l'attention de l'auditoire sur deux affiches exposées ici-même par M. Burri dans ce but.

M. *Huggler* demande la parole pour remercier l'assemblée d'avoir bien voulu accepter l'invitation de tenir les prochaines assemblées annuelles dans l'Oberland bernois.

M. *Trechsel* prononce en allemand l'allocution suivante:
Monsieur le Président et Messieurs,

Si j'ai l'honneur de prendre part, depuis plusieurs années déjà, comme représentant des PTT à vos assemblées générales, j'ose y voir la marque de la sympathie que vos Associations témoignent à notre Administration. C'est pourquoi je commence par vous remercier de votre aimable invitation et vous apporte le salut de la Direction générale des PTT.

C'est une raison bien précise qui m'incite aujourd'hui à vous adresser la parole en séance même plutôt qu'à l'heure du banquet: j'ai cru remarquer ces derniers temps qu'un

certain mécontentement se manifeste ici et là parmi les centrales d'électricité à l'égard des PTT. Ceci m'engage à faire appel aux constructeurs et aux exploitants de centrales: Messieurs! Vous n'ignorez pas que la loi de 1902 sur les installations électriques charge les PTT de certains contrôles relatifs à la coexistence du courant fort et du courant faible. Investie de cette compétence, notre Administration est obligée, dans certains cas d'anomalies manifestes, de proposer des changements ou des correctifs. D'après la loi, lorsque des mesures de protection doivent être apportées à l'une ou l'autre des installations, pour remédier aux dangers ou aux perturbations réciproques, une entente doit avoir lieu entre les compagnies ou administrations intéressées quant au côté technique et à la portée économique des mesures envisagées. L'Administration des PTT a insisté tout spécialement auprès de ses organes sur cette nécessité d'une *entente*, lorsque la loi est entrée en vigueur, et je crois qu'on en a réellement tenu compte pendant les premières années.

Mais avec le temps le personnel a changé de part et d'autre; les fonctionnaires de la première heure se sont retirés ou sont décédés. Des jeunes les ont remplacés, qui ne sont peut-être plus toujours au courant de l'esprit de la loi. Cette constatation peut se faire tant du côté des centrales que du côté des PTT. Aussi je crains qu'ici ou là certains fonctionnaires de l'Administration aient adopté un ton quelque peu comminatoire. Messieurs, rien n'est plus contraire aux vœux de la Direction générale des PTT. Nous savons parfaitement que notre administration et l'industrie privée doivent entretenir des rapports bienveillants et je tiens à saisir cette occasion pour vous dire que nous sommes entièrement disposés à examiner dans un esprit de conciliation toute divergence qui pourrait surgir entre vous et nous, et que nous chercherons toujours à interpréter les prescriptions avec bon sens, en tenant compte dans la mesure du possible des solutions les plus économiques.

Si donc un accord ne peut s'établir au sujet de divergences essentielles, j'invite instamment les intéressés à s'adresser sans crainte à la Direction générale des PTT. Cette dernière — et en particulier celui qui vous parle — fera tout ce qui est en son pouvoir pour éviter une scission entre l'administration et l'industrie privée. A l'heure où tous les milieux devraient s'unir et collaborer, notre vœu est d'écarter toutes les divergences de vues qui pourraient nuire à une entente cordiale. Je crois avoir le droit de revendiquer pour les PTT une place dans l'économie électrique nationale, où nous poursuivons tous le même but. Tous, nous voulons stimuler le développement de l'électricité dans notre pays et si mes paroles y ont contribué tant soit peu, elles auront atteint leur but. Messieurs, je vous prie, tendez votre main, vous aussi, dans l'intérêt de notre chère Patrie!

Le *Président* remercie M. Trechsel de ses excellentes paroles, en l'assurant que les centrales, elles aussi, ne manqueront pas de mettre la meilleure volonté au service d'une collaboration dont la nécessité ne fait de doute pour personne. Le porte-parole de la Direction générale des PTT voudra bien se faire notre interprète auprès de celle-ci pour lui dire que nos sentiments sont les mêmes que les siens.

L'assemblée générale est close à 11 h.

Le président: (sig.) *R. A. Schmidt.*

Les secrétaires: (sig.) *H. Bourquin.* *M. Baumann.*

Office pour l'élaboration de programmes d'essai.

Dans sa 7e séance, du 26 novembre 1936, l'office de la station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électrodomestiques examina un 3e projet de conditions techniques pour chauffe-eau à accumulation et un 2e projet de conditions techniques pour aspirateurs de poussière. Ces deux projets vont maintenant être mis à l'enquête publique au Bulletin de l'ASE.

Conditions techniques pour fers à repasser, pour chauffe-eau à accumulation et pour aspirateurs de poussière électriques.

L'office de la station d'essai des matériaux de l'ASE pour l'élaboration de programmes d'essai et de conditions techniques pour appareils électrodomestiques a établi des projets de «conditions techniques pour fers à repasser électriques», de «conditions techniques pour aspirateurs de poussière» et de «conditions techniques pour chauffe-eau électriques à accumulation». Avant de remettre ces projets à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS pour approbation et mise en vigueur, nous prions les membres de l'ASE et de l'UCS de se procurer ces projets au *secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Zurich 8, Seefeldstrasse 301*, et de remettre au dit secrétariat les remarques et objections éventuelles, par écrit en double exemplaire, jusqu'au *20 janvier 1937* au plus tard.

Comité Technique 22 du CES:

Appareils électroniques.

Le CT 22 du CES a tenu sa 2e séance le 4 décembre 1936 à Olten, sous la présidence de Monsieur Ch. Ehrensperger, Baden, pour examiner une étude comparative de Monsieur Wellauer, Zurich-Oerlikon, sur les différentes règles nationales actuellement en vigueur pour les appareils électroniques, ainsi qu'un projet de règles internationales élaboré par Messieurs Ehrensperger, Wellauer et Bänninger sur la base des règles nationales et de propres suggestions. (Comme on le sait, le CES fonctionne comme comité-secrétariat du Comité d'Etudes No. 22 de la CEI.)

Tirage à part:

Essais de cuisson avec récipients de différentes grandeurs.

Il a été fait un tirage à part, en français et en allemand, de la communication de la Station d'essai des matériaux de l'ASE, intitulée «Essais de cuisson avec récipients de différentes grandeurs» et qui a paru dans le No. 20 du Bulletin ASE 1936. Nous invitons tout spécialement les centrales, installateurs et fabricants à se procurer cette brochure que le secrétariat général de l'ASE et de l'UCS distribue gratuitement à qui en fera la demande, même en grosses quantités, jusqu'à épuisement du stock.